

Aus der Klinik und Poliklinik für Kieferorthopädie  
Kommissarischer Leiter: Prof. Dr. W. Sümnick  
im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. G. Meyer  
der Medizinischen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

**Thema:**

**Kraniomandibuläre Dysfunktionen und kieferorthopädische  
Behandlung - eine Nachuntersuchung an 100 Patienten im Alter von  
15-18 Jahren.**

Inaugural – Dissertation  
zur  
Erlangung des akademischen  
Grades  
Doktor der Zahnmedizin  
(Dr. med. dent.)  
der  
Medizinischen Fakultät  
der  
Ernst-Moritz-Arndt-Universität  
Greifswald  
2003

vorgelegt von:  
Carolin Röder  
geb. am: 21.04.1972  
in: Nordhausen

Dekan:	Prof. Dr. R. Biffar
1. Gutachter:	Prof. Dr. S. Hensel
2. Gutachter:	Prof. Dr. B. Kahl-Nieke
3. Gutachter:	Prof. Dr. W. B. Freesmeyer
Raum:	Hörsaal des Zentrums für ZMK
Tag der Disputation:	10.12.2003

Das Herz des Vaters schlägt höher als der höchste aller Berge,  
das der Mutter gründet tiefer als das tiefste aller Meere.

\*

Daheim baue auf deine Eltern;  
Überschreitest du aber die Schwelle des Hauses,  
so baue auf deine Freunde.

Diese Arbeit widme ich meiner Familie, die mich in meiner beruflichen  
Laufbahn so sehr unterstützt hat und  
meinen Freunden, die mir jeder Zeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Danke!

	Seite
<b>1. Einleitung</b>	1
1.1. Das kranio-mandibuläre System (CMS)	4
1.1.1. Aufbau, Bewegungsablauf und Adaptabilität des Kiefergelenkes	5
1.1.2. Die Kaumuskulatur	8
1.1.3. Die Okklusion	8
a) Die statische Okklusion	9
b) Die dynamische Okklusion	9
1.2. Die kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD)	10
1.2.1. Dento-okklusogene Funktionsstörungen	12
1.2.2. Myogene Funktionsstörungen	13
1.2.3. Arthrogene Funktionsstörungen	13
1.3. Stress als auslösender Faktor der kranio-mandibulären Dysfunktionen(CMD)	14
1.4. Kranio-mandibuläre Dysfunktionen (CMD) und kieferorthopädische Behandlung	14
a) Führt eine kieferorthopädische Behandlung mit festsitzenden oder herausnehmbaren Geräten zu einem vermehrten oder vermindertem Auftreten von CMD?	17
b) Kann eine kieferorthopädische Therapie erfolgreich zur Behandlung von CMD eingesetzt werden?	18

	Seite
<b>2. Material und Methoden</b>	<b>20</b>
2.1. Probanden	20
2.1.1. Neutralbissgruppe I	26
2.1.2. Distalbissgruppe I	28
2.2. Ablauf der Untersuchung	30
2.2.1. Kiefermodelle und Analysen	30
2.2.2. Röntgenbefunde	30
2.2.3. Funktionsanalyse	31
a) Klinische Funktionsanalyse	31
b) Instrumentelle Funktionsanalyse	34
2.3. Statistische Berechnung	35
2.4. Methodenkritik	35
<b>3. Ergebnisse</b>	<b>38</b>
3.1. Probandenverteilung zur Nachuntersuchung	38
3.2. Ergebnisse der klinischen und instrumentellen Funktionsanalyse	42
3.2.1. Lippen- und Zungenfehlfunktion	42
a) Lippenfehlfunktion	42
b) Zungenfehlfunktion	45
3.2.2. Dynamische Okklusionsbefunde	48
3.2.3. Muskelbefunde	56
3.2.4. Palpable Gelenkbefunde	60
3.2.5. Mobilität des Unterkiefers	67

	Seite
3.3. Zusammenfassung der Ergebnisse der klinischen und instrumentellen Funktionsanalyse in Bezug auf kraniomandibuläre Dysfunktionen (CMD)	78
3.3.1. Zusammenhang zwischen kraniomandibulären Dysfunktionen (CMD) und der Bisslageumstellung	84
3.3.2. Die Abhängigkeit der kraniomandibulären Dysfunktionen (CMD) vom Geschlecht	85
3.3.3. Die Altersabhängigkeit der kraniomandibulären Dysfunktionen (CMD)	87
<b>4. Diskussion</b>	<b>88</b>
4.1. Lippen- und Zungenfehlfunktion	89
4.2. Dynamische Okklusionsbefunde	90
4.3. Muskelbefunde	92
4.4. Palpable Gelenkbefunde	94
4.5. Mobilität des Unterkiefers	96
4.6. Kraniomandibuläre Dysfunktionen (CMD)	98
4.6.1. Der Zusammenhang zwischen CMD und der Bisslageumstellung	98
4.6.2. Die Abhängigkeit der CMD vom Geschlecht	100
4.6.3. Die Altersabhängigkeit der CMD	101

	Seite
<b>5. Zusammenfassung</b>	103
<b>6. Hypothesenbeantwortung</b>	110
<b>7. Literaturverzeichnis</b>	112
<b>8. Anhang</b>	119
8.1. Probandendaten	119
8.1.1. Modellanalysen	119
8.1.2. Okklusionsbefunde	121
8.1.3. Fernröntgenseitenbildanalysen	121
8.2. Klinische Funktionsanalyse Befundbogen 1	122
8.3. Klinische Funktionsanalyse Befundbogen 2	123
<b>9. Eidesstattliche Erklärung</b>	124
<b>10. Lebenslauf</b>	125
<b>11. Danksagung</b>	126

## 1. Einleitung

Die Ätiologie und Pathogenese der kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD<sup>1</sup>) sind sehr komplex und werden in allen Bereichen der Zahnmedizin nach wie vor diskutiert. In der epidemiologischen Großuntersuchung „Study of Health in Pomerania“ (SHIP<sup>2</sup>) der Universität Greifswald beschäftigte sich u.a. die Poliklinik für Kieferorthopädie in einem assoziierten Teilprojekt mit den Dysfunktionen und Strukturveränderungen des stomatognathen Systems unter dem Langzeiteinfluss von Zahnstellungs- und Okklusionsanomalien.

SHIP war eine Untersuchung über Leben und Gesundheit in Vorpommern mit dem Ziel, den Gesundheitszustand in einer regional definierten Bevölkerung zu erfassen. Es handelte sich um eine Querschnittstudie, die in einer Region mit insgesamt 212 000 Einwohnern durchgeführt wurde. Die Studie begann im Oktober 1997 und endete im Dezember 2001. Die etwa 4000 Probanden wurden durch eine Zufallsstichprobe im Alter zwischen 20 bis 79 Jahren aus 32 Gemeinden ausgewählt, untersucht und zu gesundheitlichen Themen befragt. Die erhobenen Daten werden zur Zeit ausgewertet.

Der Forschungsverbund der SHIP umfasste drei Projektarten:

- die Basisstudie (SHIP) – eine medizinische Bevölkerungsuntersuchung
- mit der Basisstudie assoziierte Projekte – Probanden oder Datenmaterial aus der Basisstudie wurden mit speziellen Fragestellungen erneut untersucht
- weitere Projekte, die vom Forschungsverbund Community-Medicine als Community-Medicine-relevant anerkannt wurden, aber keine Daten oder Probanden aus der Basisstudie beziehen

---

1 CMD = Kranio-mandibuläre Dysfunktionen

2 SHIP = Study of Health in Pomerania

Der zahnmedizinische Untersuchungsteil dieser Studie hatte folgende Schwerpunkte gesetzt:

- Erfassung von Mundschleimhauterkrankungen,
- von Kronen- und Wurzelkaries,
- von Parodontopathien,
- von Zahnverlust und dessen Versorgung,
- von Dysgnathiesymptomen und
- Symptomen kranio-mandibulärer Dysfunktionen.

In vier assoziierten Teilprojekten wurden folgende Themen vertiefend bearbeitet:

- Untersuchungen zur Differenzialdiagnostik degenerativer Erkrankungen der Kiefergelenke
- Dysfunktionen und Strukturveränderungen des stomatognathen Systems unter dem Langzeiteinfluss von Zahnstellungs- und Okklusionsanomalien
- Untersuchung zur Effektivität und Effizienz unterschiedlicher Therapiekonzepte bei rasch fortschreitender Parodontitis
- Strukturveränderungen und Dysfunktionen des Kauorgans durch kurative Rekonstruktion der Kaufläche

Ziel dieser Teilprojekte ist es, herauszufinden, welche morphologischen, funktionellen oder iatrogen entstandenen Risikofaktoren die Mundgesundheit beeinträchtigen können.

In Anlehnung an das assoziierte Projekt der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Greifswald wurde in der vorliegenden Arbeit untersucht, ob es einen Zusammenhang zwischen kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD) und einer abgeschlossenen kieferorthopädischen Behandlung von Klasse I- und II- Malokklusionen gibt und ob Abhängigkeiten zum Ausgangsbefund objektivierbar sind.

Für diese Fragestellung wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

1. Eine kieferorthopädische Behandlung von Klasse-I-Anomalien vermindert das Risiko, an CMD zu erkranken.
2. Eine kieferorthopädische Behandlung von Klasse-II-Malokklusion zu einer Klasse I mit neutraler Kieferbasenrelation vermindert das Risiko, an CMD zu erkranken.
3. Eine kieferorthopädische Behandlung von Klasse-II-Malokklusion zu einer stabil abgestützter Okklusion und distaler Kieferbasenrelation vermindert das Risiko, an CMD zu erkranken.
4. Das Auftreten von CMD ist abhängig vom Geschlecht.
5. Das Auftreten von CMD ist altersabhängig.

### 1.1. Das kranio-mandibuläre System (CMS<sup>3</sup>)

Als CMS bezeichnet man alle an der Kaubewegung beteiligten Gewebe und Strukturen, welche in den Funktionsabläufen komplex zusammenwirken.

Zu den Geweben und Strukturen des CMS gehören die Zähne mit ihrer statischen und dynamischen Okklusion, das Parodontium, die Muskulatur des Kausystems und des Halses, das Kopfgelenk, die Gefäßversorgung und Innervation dieser Strukturen sowie Afferenzen und Efferenzen zum Zentralnervensystem (ZNS<sup>4</sup>).

Zur Verdeutlichung der Zusammenhänge und schematischen Darstellung des CMS soll das Modell eines „sechsbeinigen Tisches“ helfen [40]. In diesem Modell stellt man sich eine Tischplatte mit drei gleichlangen Beinpaaren vor.

*Das erste Beinpaar* steht für die Okklusionsbeziehung der Oberkiefer- und Unterkieferfrontzähne (Incisivi und Canini). Hier findet hauptsächlich die dynamische Okklusion durch Schneide- und Eckzahnführung statt. Die Eckzähne haben darüber hinaus eine wichtige statische Bedeutung, welche die Ruheposition des Unterkiefers zum Oberkiefer sichert. Die Ruhelage wird mit Hilfe eines Stellreflexes der Eckzähne (Eckzahnsicherung) kontrolliert. Bei geringen Seitabweichungen des Unterkiefers nach rechts und links erhalten die Eckzähne einen Kontakt zu ihrem Okklusionspartner. Der dadurch ausgelöste Reiz fordert die Muskulatur auf, sich in einer gewissen Stärke zu kontrahieren oder zu dilatieren, damit die Ruhelage in einer entsprechenden vertikalen Distanz gesichert werden kann.

*Das zweite Beinpaar* steht für die Okklusionsbeziehung der Seitenzähne, welche gleichzeitig die vertikale Dimension sichern.

*Das dritte Beinpaar* des sechsbeinigen Tisches entspricht dem Kiefergelenk mit den knöchernen Anteilen, dem Diskus, dem Band- und Kapselapparat, der Synovialflüssigkeit, der bilaminären Zone, der Muskulatur, Sehnen, Fascien, den neuronalen Rezeptoren und Steuerungssystemen. Erst mit dem

---

3 CMS = Kranio-mandibuläres System

4 ZNS = Zentralnervensystem

Diskus erreicht dieses dritte Beinpaar die Länge der anderen und es entsteht eine gleichmäßige symmetrische okkluso-artikuläre Abstützung.

An diesem Modell kann gezeigt werden, welche komplexen Zusammenhänge des okkluso-artikulären Bereiches bestehen und welchen Einfluss einzelne Störfaktoren auf das komplexe funktionelle System haben. Beispiele hierzu werden später im Abschnitt 1.2. erläutert.

### **1.1.1. Aufbau, Bewegungsablauf und Adaptabilität des Kiefergelenkes**

Das Kiefergelenk ist ein zweigeteiltes Gelenk [19]. Es wird durch den Kondylus des Unterkieferastes und der Fossa glenoidalis mit dem Tuberkulum articulare des Os temporale gebildet. Der dazwischen liegende Diskus teilt das Gelenk in das obere diskomaxilläre für Translationsbewegung und das untere diskomandibuläre Gelenk für die Rotationsbewegung. Nach posterior ist das Gelenk durch die Fissura petrotympanica begrenzt, nach anterior durch das Tuberculum articulare und nach medial und lateral durch die Kapsel, das Bindegewebe und die angrenzende Haut. Die Gelenkkapsel besteht aus elastischem Bindegewebe, welches lateral mit kollagenen Fasern angereichert ist. Diese Verstärkung wird als Ligamentum laterale bezeichnet. In der Kapsel und der bilaminären Zone befinden sich Rezeptoren, die die auftretenden Spannungen, Druck- und Schmerzimpulse des Kapsel- und Bandapparates an das ZNS leiten und somit die Kaumuskulatur in ihrer Funktion und Ruhigstellung bei Schmerz beeinflussen. Weiterhin produziert die Kapsel die Synovialflüssigkeit, die für die Ernährung des Knorpels und für die Herabsetzung der Reibung der artikulierenden Flächen (Kondylus, Diskus und Fossa glenoidalis) beiträgt. Die Fossa glenoidalis, der Kondylus und der Diskus besitzen keinerlei Nerven- und Blutversorgung. Diese liegen in der Kapsel und der bilaminären Zone, die durch das posteriore Befestigungsband des Discus articularis gebildet wird. Die bilaminäre Zone inseriert an der Schädelbasis und am Kondylus. Ihr oberer Teil besteht aus elastischem Bindegewebe, welcher

eine Rückholkraft bei Vorwärtsbewegung auf den Diskus ausübt, damit er bei Bewegungsabläufen hinter dem Kondylus bleibt. Der untere Teil der bilaminären Zone besteht aus lockerem Bindegewebe, welches die Rückbewegung des Kondylus in die Fossa glenoidalis dämpft (Stoßdämpferfunktion). Weiterhin befinden sich in diesem Teil zahlreiche Gefäße, Zug- und Schmerzrezeptoren für die Versorgung der bilaminären Zone und des Diskus.

Die bindegewebigen Strukturen des Kiefergelenkes sind in ihrer Elastizität sehr unterschiedlich. So kann das Kiefergelenk nach anterior sehr viel kompensieren und nach lateral nur wenig. Die Elastizität ist nach medial und dorsal noch geringer als nach lateral.

Im jugendlichen Organismus besitzt das Kiefergelenk seine größte Adaptationsfähigkeit auf Wachstum, Modelling und Remodelling. Im Erwachsenenalter ist die Adaptation des Kiefergelenkes sehr beschränkt. Sie beruht ausschließlich auf Remodellingprozessen [5,44].

Die Adaptionsfähigkeit des Kiefergelenkes im jugendlichen Alter ist für die kieferorthopädische funktionelle Therapie einer Klasse-II-Malokklusion in eine Klasse I von großer Bedeutung. Eine ventrale Verlagerung des Unterkiefers ist um 8-10 mm möglich, wenn noch genügend Wachstum des jugendlichen Organismus vorhanden ist. Die Beseitigung von noch ausgeprägteren sagittalen Frontzahnstufen bei regelrechter Frontzahnstellung ist mit und ohne Wachstum allein durch die ventrale Verlagerung des Unterkiefers nicht möglich. Hier müssen kieferorthopädisch-kieferchirurgische Maßnahmen im Erwachsenenalter eingeleitet werden. Die funktionelle ventrale Verlagerung des Unterkiefers führt unter Ausnutzung des Wachstums zu einer Adaptabilität der Mandibula mit Remodellingprozessen. Die schnellste Anpassung und das meiste Wachstum ist im Stadium MP-3-cap (Zeitpunkt des pubertären Wachstumsgipfel) zu erwarten [74].

Die therapeutische Lageveränderung des Unterkiefers erfolgt in zwei Phasen:

1. Phase der muskulären Adaptation der Mandibula:  
Hier erhöht sich die Muskelspannung, der Muskeltonus der Kaumuskulatur. Weiterhin ändert sich das Funktionsmuster und das Kraftfeld der einzelnen Muskeln
  
2. Phase der Adaptation des gesamten Gebissystems:
  - im aufsteigenden Ast
  - im Kiefergelenk (Capitulum und Fossa)
  - im Bereich der Alveolarfortsätze des Ober- und Unterkiefers
  - im Front- und Seitzahngebiet
  - in der orofazialen Muskulatur
  - in den Suturen

Die therapeutische Protraktion des Kondylus [15] in Richtung Tuberculum articulare führt zu einer Verbreiterung des oberen und distalen Gelenkspaltes, zu einer Knochenapposition des Kondylus nach dorso-kranial und zu einer Apposition des Processus postglenoidalis und der Fossa glenoidalis nach ventro-kaudal. Die Knorpelzonen<sup>5</sup> verbreitern sich und die intermediäre und hypertrophe Zone zeigen einen erhöhten Zellreichtum. An der Insertion des Ligamentum menisco-condylare kommt es in seiner Zugrichtung zu einer Zunahme von Knochenstruktur mit zahlreichen Knorpelzellen. Im anterioren Bereich des Kondylus resorbiert der Knochen am Ansatz des Musculus pterygoideus lateralis. Im Bereich des Os temporalis findet in der Fossa glenoidalis ein gleichmäßiger Knochenabbau statt, der sich bis zur anterioren Kurvatur des Processus postglenoidalis fortsetzt.

---

5 Der obere und vordere Anteil des Kondylus ist von einer Knorpelschicht bedeckt, die sich aus 5 Schichten zusammensetzt: 1. äußere Bindegewebszone = artikuläre Zone, 2. intermediäre Zone = Proliferationszone, 3. Zone der Differenzierung = chondrogene Zone, 4. hypertrophe Knorpelzone, 5. Erosionszone

### **1.1.2. Die Kaumuskulatur**

Die Kaumuskulatur wird in die eigentliche und akzessorische Kaumuskulatur gegliedert [5, 44]. Zu den eigentlichen Kaumuskeln gehören: Musculus<sup>6</sup> masseter, M. temporalis, M. pterygoideus lateralis und medialis. Alle drei Paare haben ihren Ursprung am knöchernen Schädel und inserieren am Unterkiefer.

Die akzessorischen Kaumuskeln unterstützen die eigentlichen Kaumuskeln bei Adduktion und Abduktion des Unterkiefers. Zu ihnen gehören die obere und untere Zungenbeinmuskulatur, die Muskulatur der Wangen, Lippen und Zunge und die suboccipitale Muskulatur.

Im Allgemeinen bewegt die Muskulatur die Gelenke und legt die Gelenkposition fest. Das Kiefergelenk bildet dabei eine Ausnahme [76]. Es wird muskulär geführt, jedoch wird die endgültige Position des Kiefergelenkes durch die Okklusion der Zähne des Ober- und Unterkiefers bestimmt. Wie schon unter 1.1. beschrieben, wird der Tonus der Muskulatur durch die Eckzähne und die Okklusion in habitueller Interkuspitation gesteuert. Die Eckzähne sichern durch einen Stellreflex die Ruheschwebelage des Unterkiefers.

### **1.1.3. Die Okklusion**

Die Okklusion ist das Auftreten von Kontakten zwischen den Zähnen des Ober- und Unterkiefers. Hierbei differenziert man die statische Okklusion (Zahnkontakte, die ohne Laterotrusion und Protrusion des Unterkiefers bei maximaler Interkuspitation entstehen) und die dynamische Okklusion (Zahnkontakte, die bei Laterotrusion und Protrusion des Unterkiefers auftreten) [82].

---

<sup>6</sup> M = Musculus, bei weiteren Angaben als Abkürzung

a) Die statische Okklusion

Die maximale Interkuspitation kann, muss aber nicht mit der habituellen Interkuspitation übereinstimmen. Man spricht hier auch von dem Begriff „freedom in centric“. Verlagerungen der Kondylen in die Interkuspitationsposition (IKP) von 0,2–0,5 mm in sagittaler und transversaler Richtung sind dabei möglich und gelten als normal [5, 58]. Vertikale Verlagerungen dürfen dabei jedoch nicht entstehen.

Die habituelle Interkuspitation ist die gewohnheitsmäßig eingenommene statische Okklusion. Sie kann zum Beispiel durch Zwangsführungen von der maximalen Interkuspitation abweichen.

Der Interokklusalabstand in der Ruhelage (Ruheschwebelage), gemessen auf der Höhe der ersten Molaren, beträgt im Durchschnitt in einem eugnathen Gebiss 2 – 4 mm. Die Ruheschwebelage entspricht dem Ruhetonus der Kaumuskulatur. Die Zunahme der vertikalen Distanz kann jedoch auch bei größeren Werten noch physiologisch sein. So ist der Interokklusalabstand beispielsweise bei einem Deckbiss mit Tiefbiss vergrößert.

b) Die dynamische Okklusion

Die dynamische Okklusion beschreibt die Laterotrusion des Unterkiefers nach rechts und links und die Protrusion des Unterkiefers mit den entsprechend auftretenden Führungskontakten.

In einem eugnathen Gebiss erfolgt die Laterotrusion über die Eckzähne oder über die Front- und Eckzähne und die Protrusion nur über die Frontzähne. Beide Bewegungen führen zu einer Disklusion der Seitenzähne. Die Laterotrusion nach rechts und links beträgt im Durchschnitt maximal 10–14 mm und bei Protrusion maximal 10 – 12 mm. Der physiologische Bewegungsspielraum bei Artikulation ist jedoch viel kleiner.

Die maximale Öffnungsbewegung wird zwischen den Schneidekanten der oberen und unteren Incisivi vertikal gemessen und als Schneidekantendistanz (SKD<sup>7</sup>) angegeben. Sie beträgt im Durchschnitt in einem eugnathen Gebiss etwa 40 – 45 mm.

Die oben aufgeführten Werte der Laterotrusion, Protrusion und SKD sind individuell sehr verschieden. Sie sind von der jeweiligen körperlichen Konstitution des Patienten und den eventuell vorhandenen Anomalien des Gebisses abhängig.

## **1.2. Die Kraniomandibulären Dysfunktionen (CMD)**

Auftretende Störungen im kraniomandibulären System (CMS) werden als CMD bezeichnet. Sie sind multifaktoriell und in allen Altersgruppen vertreten. Sie entstehen, wenn das Gleichgewicht zwischen den Einflüssen auf das CMS und der Adaptabilität des Systems gestört wird. Die Summe der Einflüsse setzt sich aus der Anzahl, der Dauer, der Amplitude und der Frequenz der Einflüsse (statische und dynamische Okklusion, Para- und Dysfunktionen) zusammen [5].

Stehen zum Beispiel die oberen Schneidezähne zu steil und ist ein großer Overbite bis in das dritte Kronendrittel mit palatinaler Abstützung vorhanden, kann der Unterkiefer in eine distale Lage gezwungen werden. In diesem Beispiel ist die vertikale Abstützung verringert. Das zweite Beinpaar des sechsbeinigen Tisches, welches für die Okklusion der Seitenzähne steht und die vertikale Dimension sichert, ist zu kurz. Die Ligamenti unterliegen somit einem häufigerem intermittierendem Stretching, dem sie nur eine gewisse Zeit entgegenwirken können. Die dauerhafte Kompression der bilaminären Zone führt zu einer Minderversorgung der Gelenke. Des weiteren kann es durch die Verlagerung der Kondylen nach distal zu einer anterioren

---

<sup>7</sup> SKD = Schneidekantendistanz, bei weiteren Angaben als Abkürzung SKD

Diskusdislokation kommen, welche Ursache für ein reziprokes Öffnungs- und Schließknacken ist [75].

Die Funktionalität des orofazialen Systems kann auch durch Karies, Parodontalerkrankungen, Zahnfehlstellungen und skelettal bedingten Dysgnathien wesentlich beeinträchtigt sein.

Wird in diesem komplexen CMS ein Baustein verschoben (z.B. die vertikale Abstützung verringert), werden alle anderen Komponenten ebenfalls beeinflusst. Sie können sich in den verschiedensten Symptomen, wie chronische Kopfschmerzen, atypische Gesichtsschmerzen, Ohrgeräusche, Knack- und Reibegeräusche, Bewegungseinschränkungen und Hypermobilität der Kiefergelenke, Schmerzen der Kaumuskulatur und anderen Dysfunktionen äußern [47, 65, 69].

Neben lokalen Einflüssen im Kiefergelenk werden auch orthopädische Einflüsse diskutiert [16, 86]. So beschäftigten sich bereits viele Autoren [4, 5, 45, 50, 77]. mit der Fragestellung, ob es sich bei CMD um absteigende oder aufsteigende Störungen handelt. Die eigentliche Ursache der absteigenden Störung liegt im Kiefergelenk. Die Störungen, die an entfernten Orten (Körperperipherie) entstehen und sich negativ auf das CMS auswirken, werden als aufsteigende Störungen bezeichnet. Anteroposition des Kopfes und Schiefhals sind Beispiele für muskuläre Haltungsveränderungen, die sich negativ auf die Kiefergelenke auswirken können. Repräsentative Studien fehlen jedoch zu dieser Problematik. Bumann et al. weisen jedoch in einer Untersuchung von 1999 darauf hin, dass aufsteigende Störungen bei chronischen Schmerzpatienten häufiger auftreten als absteigende Störungen.

Die CMD können anhand ihrer Ursache in drei Gruppen unterteilt werden [39, 40, 41]: Dysfunktionen primär dento-/ okklusogener Ursache, primär myogener Ursache und primär arthrogener Ursache.

### **1.2.1. Dento-okklusogene Funktionsstörungen**

Die dento-okklusogenen Funktionsstörungen werden ausgelöst durch Vorkontakte und Gleithindernisse in statischer und dynamischer Okklusion [31]. Die Störungen können zum Beispiel durch Zahnkippen nach Verlust eines Nachbarzahnes, durch Elongation nach Verlust eines Antagonisten, durch zahlreiche Zahn- und Kieferfehlstellungen mit Zwangsführungen (z.B. Kreuzbiss) oder durch iatrogene Einflüsse nach konservativer und prothetischer Restauration verursacht werden. In diesen Fällen liegt eine Störung des ersten Beinpaars des sechsbeinigen Tisches (z.B. ein Kreuzbiss eines Frontzahnes mit Zwangsführung) und des zweiten Beinpaars (z.B. Verlust eines Antagonisten im Seitzahngebiet mit Verlust an vertikaler Dimension und Elongation mit Gleithindernis) vor [40]. Die vorhandenen okklusalen Störungen verursachen reflektorisch einen erhöhten Muskeltonus und eine Hypermobilität. Der Organismus versucht z.B. den Störfaktor durch Bruxismus zu beseitigen. Kommen äußere Einflüsse, wie psychischer oder physischer Stress als weiterer Störfaktor hinzu, wirkt sich dieser auf die Psyche und das muskuläre System aus, indem er sich weiter an die okklusalen Störungen adaptiert. Es kommt zu einer unphysiologischen Langzeitbelastung des CMS, die vom Organismus nur eine gewisse Zeit kompensiert werden kann. Myogene und arthrogene Funktionsstörungen können entstehen.

Die Kiefergelenke sind bei dento-okklusogenen Funktionsstörungen nicht oder nur gering gestört. Eine korrekte Anamnese und Funktionsanalyse sind notwendig, um Fehlkontakte zu erkennen und zu lokalisieren. Für die Beseitigung kommen kieferorthopädische, konservative und prothetische Maßnahmen in Frage. Nach Beseitigung der Störfaktoren kann der Organismus seine ursprünglichen Funktionsmuster wieder aufnehmen.

### **1.2.2. Myogene Funktionsstörungen**

Entzündungen, Verkürzungen und Verhärtungen der Muskulatur mit dem zugehörigen Schmerz sind Zeichen für myogene Funktionsstörungen. Sie sind das Ergebnis von Überbelastungen der Kaumuskulatur und der Kauhilfsmuskulatur.

Eine exakte Anamnese, das Messen der Unterkieferbewegung, die Palpation der Muskulatur und Widerstandstests sind zur Therapieplanung nötig. Ziel der Therapie muss es sein, mit speziellen Muskelübungen, Massagen und Aufbissbehelfen die Muskulatur zu entspannen.

Bei den myogenen Funktionsstörungen handelt es sich um eine Dysfunktion im Arthron. In der Praxis zeigt sich, dass diese Störungen zu arthrogenen CMD führen können.

### **1.2.3. Arthrogene Funktionsstörungen**

Zu den Ursachen von primären arthrogenen Funktionsstörungen zählen Entzündungen, Verlagerungen der Kondylen, Formen der Diskopathien, degenerative Veränderungen und systemische Erkrankungen.

Zur Diagnostik gehören hier die Anamnese, Röntgenaufnahmen der Gelenke, die Mobilität des Unterkiefers, die Palpation der Kiefergelenke, Gelenkspiel und Schmerzprovokation.

Zur Therapie gehört in erster Linie die Entlastung der Gelenke mit Aufbisschienen, die Zentrierung der Kondylen, die Reposition des Diskus und die Stabilisierung chronischer degenerativer Veränderungen.

### **1.3. Stress als auslösender Faktor der kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD)**

Stress ist ein Zustand des Organismus, der durch folgende spezifische Merkmale gekennzeichnet ist: eine erhöhte Sympathikusaktivität, eine vermehrte Ausschüttung von Katecholaminen (z. B. Adrenalin, Noradrenalin, Dopamin), Blutdruckanstieg und andere Folgen. Stress kann z.B. durch Umweltbelastungen, seelische und körperliche Faktoren (unspezifische Reize wie Infektionen, Verletzungen, Ärger, Freude, Leistungsdruck und andere) ausgelöst werden. Der Körper befindet sich in einem erhöhten Spannungszustand mit steigender Muskelaktivität. In Abhängigkeit davon, wie gut der Organismus sich auf die veränderten Einflüsse adaptiert, sind Auswirkungen individuell im Organismus verschieden. Die Entstehung von CMD hängt vom Gleichgewicht zwischen den Einflüssen und der Adaptabilität des Organismus ab. Können die einwirkenden Stressfaktoren vom Körper nicht mehr kompensiert werden, ist beispielsweise Bruxismus die Folge, der wiederum Ursache für CMD durch Überbelastung sein kann [5, 56].

### **1.4. Kranio-mandibuläre Dysfunktionen (CMD) und kieferorthopädische Behandlung**

Wie schon im Abschnitt 1.2. beschrieben, können kranio-mandibuläre Dysfunktionen durch verschiedene Faktoren ausgelöst werden, sich zu jeder Zeit und in jeder Altersgruppe entwickeln. Dies gilt sowohl für Patienten mit als auch ohne kieferorthopädische Behandlung. So können anhaltende traumatische Einwirkungen sich negativ auf das kranio-mandibuläre System (CMS) auswirken. Der Organismus versucht, durch eine erhöhte muskuläre Aktivität Störfaktoren wie Zwangsführungen, Okklusionshindernisse und auch Stress zu kompensieren. Durch die unphysiologisch erhöhte muskuläre

Aktivität kann es zu traumatischen Einflüssen auf das kranio-mandibuläre System kommen [21, 57].

Die Kieferorthopädie beschäftigt sich seit Jahrzehnten mit den Funktionsstörungen des CMS. Ein gesteigertes Interesse der Kieferorthopäden ist seit 1987 zu erkennen, welches auf eine Gerichtsentscheidung der USA zurückzuführen ist. Hier klagte ein Patient, der angeblich nach Abschluss der aktiven kieferorthopädischen Behandlung CMD entwickelte, gegen seinen Behandler. Diese und ähnliche Gerichtsentscheidungen bewegten die Kieferorthopäden, den Zusammenhang zwischen CMD und einer kieferorthopädischen Behandlung genauer zu untersuchen. Ende der 80er Jahre standen zahlreiche Veröffentlichungen zur Verfügung [3, 48, 49, 68]. Reynders und McNamara et al. führten zu der Problematik der kieferorthopädischen Behandlung und CMD eine Medline-Recherche durch und fassten die Ergebnisse der Veröffentlichungen zusammen. Reynders konnte zwischen den Jahren 1966 – 1988 lediglich nur 6 Studien finden, bei denen die Untersuchungen an einer größeren Probandenzahl durchgeführt wurde. Vier dieser Studien konnten keinen Zusammenhang zwischen einer kieferorthopädischen Behandlung und CMD feststellen. Die beiden anderen Untersuchungen kamen sogar zu dem Schluss, dass eine kieferorthopädische Behandlung einen positiven Effekt auf vorhanden CMD habe. McNamara et al. führten die Medline-Recherche von Reynders fort. Sie fanden 21 Veröffentlichungen zwischen den Jahren 1989 – August 1996. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen schlussfolgerten McNamara et al., dass sich objektive Befunde und subjektive Beschwerden, die mit CMD assoziiert werden, bei Personen nachweisen lassen. Weiterhin stellten sie fest, dass die Befunde von CMD mit Beginn der Pubertät ansteigen und gegen Mitte des fünften Lebensjahrzehnts wieder abnehmen. Sie schlussfolgerten ebenfalls, dass eine in der Jugend durchgeführte kieferorthopädische Behandlung und die Anwendung verschiedener Geräte keinen Einfluss auf die spätere Entstehung von CMD haben. Ebenso führt eine Extraktionstherapie nicht zu einer Erhöhung des Risikos, an CMD zu erkranken. Sie konnten weiterhin

keinen Hinweis auf eine vorbeugende oder kurierende Wirkung einer kieferorthopädischen Behandlung auf CMD feststellen [43, 48, 49, 67, 80, 81].

Auch Kim und Graber [38] führten eine Medline-Recherche zwischen den Jahren 1966 – September 2000 durch. Sie wählten 31 Artikel aus den 960 Veröffentlichungen aus und brachten die Ergebnisse in eine standardisierte Form. Sie kamen zu dem Schluss, dass die Ursache der CMD multifaktoriell ist, dass derzeit methodische Unzulänglichkeiten in der Diagnostik vorliegen und es kein akzeptables Klassifikationsschema gibt. So konnte bisher kein definitiver Zusammenhang zwischen einer kieferorthopädischen Behandlung und temporomandibulären Dysfunktionen (TMD) festgestellt werden. Weiterhin forderten sie, in zukünftige Studien zuverlässige und stichhaltige diagnostische Klassifikationssysteme für TMD einzuführen.

In den zitierten epidemiologischen Querschnittstudien konnte gezeigt werden, dass die vom Behandler festgestellten und vom Probanden angegebenen Symptome der CMD nicht nur bei denen vorkamen, die Einschränkungen im CMS angaben, sondern auch bei Probanden auftraten, die keine Einschränkungen der Kieferfunktion aufweisen [54]. Andere Studien machten deutlich, dass CMD-Symptome in allen Altersstufen der Frauen, Männer, Kinder und Jugendlichen auftraten [9, 53]. Demzufolge könnten diese auch vor, während oder nach einer kieferorthopädischen Behandlung nachgewiesen werden [71, 83, 88]. Bei Kindern und Jugendlichen traten Kiefergelenkgeräusche häufiger auf als andere CMD-Symptome [51, 55].

Neben den oben genannten Untersuchungen wurde jedoch auch behauptet, dass eine kieferorthopädische Behandlung für die Genese und Behandlung von CMD eine Rolle spielen kann [36].

Aus den bisherigen Ausführungen ergeben sich folgende Fragestellungen:

- a) Führt eine kieferorthopädische Behandlung mit festsitzenden oder herausnehmbaren Geräten zu einem vermehrten oder vermindertem Auftreten von CMD?
- 

Sadowsky und BeGole [73] untersuchten 150 Erwachsene. Die Hälfte von ihnen wurden als Jugendliche mit festsitzenden Apparaturen behandelt, die andere Hälfte wurde nicht behandelt. Bei der Nachuntersuchung konnten keine Unterschiede zwischen den behandelten und den unbehandelten Probanden in Bezug auf das Auftreten von CMD festgestellt werden. Sadowsky und BeGole kamen so zu der Schlussfolgerung, dass eine in der Jugend durchgeführte kieferorthopädische Behandlung mit festsitzender Apparatur weder das Auftreten von CMD erhöht noch verringert.

Untersuchungen von Wadhwa et al. [87], Smith et al. [79], Hirata et al. [30] und Katzberg et al. [35] stellten ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen einer kieferorthopädischen Behandlung und dem Entstehen von CMD fest.

In der Langzeitstudie der Universität Groningen kontrollierten Dibbets und van der Weele [10, 11, 12, 13] 172 ehemalige kieferorthopädische Patienten über viele Jahre. Ihre letzte Nachuntersuchung erfolgte 20 Jahre nach kieferorthopädischer Behandlung. Diese Patienten, mit Klasse I- und Klasse II- Malokklusion, wurden mit festsitzenden und herausnehmbaren Apparaturen behandelt. Bei 66% der Probanden wurde eine Extraktionstherapie durchgeführt. Dibbets und van der Weele konnten nach 20 Jahren ebenfalls feststellen, dass es keinen Zusammenhang zwischen einer entsprechenden kieferorthopädischen Behandlung und dem Entstehen von CMD gab.

Zusammenfassend lässt sich aus der Literaturrecherche entnehmen,

- dass in der Bevölkerung CMD-Symptome auftreten, diese aber nicht immer pathologisch sein müssen,

- dass Symptome und Beschwerden von CMD mit der Pubertät ansteigen und gegen Mitte des fünften Lebensjahrzehnts abnehmen,
- dass es keine Anhaltspunkte dafür gibt, dass eine bestimmte kieferorthopädische Behandlung CMD auslöst,
- und dass eine kieferorthopädische Behandlung, die in der Jugend durchgeführt wird, keine Auswirkungen auf die Zunahme der CMD hat.

b) Kann eine kieferorthopädische Therapie erfolgreich zur Behandlung von CMD eingesetzt werden?

---

In einigen Falldarstellungen und Artikeln der verwendeten Literaturrecherche wurde behauptet, dass sich das Auftreten von CMD durch eine bestimmte kieferorthopädische Behandlung verringern ließe und dass bestehende CMD durch diese Therapie behandelt werden könnten [29, 63]. Zu den Behandlungsmethoden zählten der Verzicht auf Zahnextraktionen und die Verwendung von funktionellen und anderen herausnehmbaren Geräten. In weiteren Untersuchungen konnten jedoch keine eindeutigen Ergebnisse in Bezug auf eine therapeutische Wirkung einer kieferorthopädischen Behandlung festgestellt werden. Janson und Hasund [33,34] untersuchten 90 Probanden mit einer Klasse-II/1-Malokklusion, von denen die Hälfte kieferorthopädisch behandelt wurde. Sie stellten fest, dass die behandelten Probanden gegenüber den unbehandelten weniger CMD-Symptome zeigten und schlossen daraus, dass eine frühe kieferorthopädische Behandlung unter Vermeidung einer Extraktionstherapie eine prophylaktische Methode gegen das Auftreten von CMD angesehen werden kann. Auch Egermark et al. und Kremenak et al. [17, 18, 42] konnten eine verringerte Prävalenz von CMD-Symptomen nach einer kieferorthopädischen Behandlung feststellen. Die klinische Relevanz ist jedoch durch den geringen Unterschied zwischen den behandelten und unbehandelten Probanden zweifelhaft.

Aus den Ergebnissen der Literaturrecherche lässt sich zur Zeit noch kein überzeugender Hinweis erkennen, dass eine kieferorthopädische Behandlung der Entwicklung von CMD vorbeugen oder sie kurieren kann.

Um dem Ziel der Lösung eines möglichen Zusammenhangs einer kieferorthopädischen Behandlung und CMD näher zu kommen, wurde die folgende Untersuchung vorgenommen.

## 2. Material und Methoden

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde je eine Patientengruppe nach erfolgreicher kieferorthopädischer Behandlung einer Klasse I- und einer Klasse II- Malokklusion aus dem Patientengut der kieferorthopädischen Praxis Dr. med. Karl-Heinz Röder, Nordhausen, ausgewählt.

### 2.1. Probanden

Zur Nachuntersuchung wurden 150 ehemalige Patienten mit einer Klasse I- oder Klasse II- Anomalie im Anfangsbefund angeschrieben, von denen 100 (67%) zur Nachkontrolle erschienen. Es wurden vorrangig solche Probanden angeschrieben, die während der kieferorthopädischen Behandlung recht zuverlässig waren. Die Probanden setzten sich aus 59 Mädchen und 41 Jungen im Alter von 15 – 18 Jahren zusammen. Zu Beginn der Behandlung betrug das Durchschnittsalter der Jungen  $\bar{x} = 11,1 \text{ Jahre}^8 \pm \text{SD} = 1,6$  und das der Mädchen  $\bar{x} = 11,7 \text{ Jahre} \pm \text{SD} = 1,7$ . Zum Behandlungsabschluss war das Durchschnittsalter der Jungen  $\bar{x} = 15,1 \text{ Jahre} \pm \text{SD} = 1,3$  und bei den Mädchen  $\bar{x} = 16,1 \text{ Jahre} \pm \text{SD} = 1,6$ .

**Tab. I Alter zu Beginn und am Ende der Behandlung der Jungen und Mädchen**

Alter	Mittel	STABW	MIN	MAX
Anfang m	11,1	1,6	8,5	14,7
Anfang w	11,7	1,6	8,0	16,0
Ende m	15,1	1,3	12,8	17,3
Ende w	16,1	1,6	12,8	19,0

Für die Aufgabenstellung dieser Studie war es notwendig, die Patienten nach Klasse I- und II- Malokklusion auszuwählen und in zwei getrennten Gruppen zu betrachten.

<sup>8</sup> alle Zeitangaben sind in das Dezimalsystem umgerechnet und werden als Dezimalzahl angegeben

In die erste Gruppe wurden die Patienten aufgenommen, die zu Beginn der Behandlung eine neutrale Malokklusion und neutrale Kieferbasisrelation hatten. Sie wurden als Probanden der Neutralbissgruppe I (NB I<sup>9</sup>) bezeichnet.

Die zweite Gruppe beinhaltet die Patienten mit distaler Malokklusion und distaler Kieferbasisrelation zu Beginn der Behandlung. Sie wurden als Probanden der Distalbissgruppe I (DB I<sup>10</sup>) bezeichnet. Um eventuelle Rückschlüsse auf den Grad der Bisslageumstellung und CMD ziehen zu können, wurde die DB I in drei Untergruppen geteilt:

- Distalbiss kleiner einer halben Prämolarenbreite = DB I <1/2PB<sup>11</sup>
- Distalbiss gleich einer halben Prämolarenbreite = DB I =1/2PB<sup>12</sup>
- Distalbiss größer einer halben Prämolarenbreite = DB I >1/2PB<sup>13</sup>

Zu Beginn der Behandlung gehörten 22 Probanden zur NB I-Gruppe, 23 zur DB I <1/2PB, 35 Probanden zur DB I =1/2PB und 20 zur DB I >1/2 PB.

---

9 NB I = Neutralbiss I zu Beginn der Behandlung

10 DB I = Distalbiss I zu Beginn der Behandlung

11 DB I <1/2PB = Distalbiss I kleiner einer halben Prämolarenbreite

12 DB I =1/2PB = Distalbiss I gleich einer halben Prämolarenbreite

13 DB I >1/2PB = Distalbiss I größer einer halben Prämolarenbreite

Tab. II Probandenverteilung zu Beginn der Behandlung

	NB I	DB I <1/2PB	DB I =1/2PB	DB I >1/2PB
m	9	11	12	9
w	13	12	23	11
ges	22	23	35	20

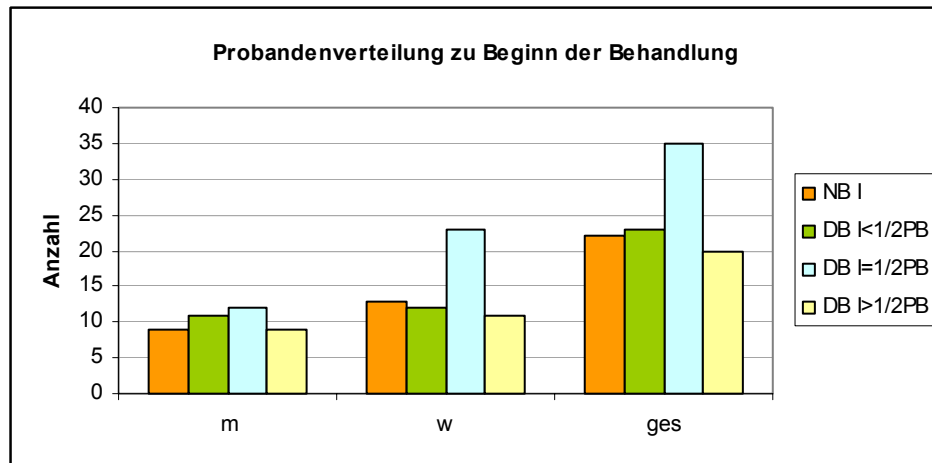


Abb.1 Probandenverteilung zu Beginn der Behandlung

NB I = Neutralbissgruppe zu Beginn der Behandlung; DB I < , = , > 1/2PB = Distalbissgruppe kleiner, gleich, größer eine halbe Prämolarenbreite; m = männlich; w = weiblich; ges = gesamt

Die durchschnittliche Behandlungszeit<sup>14</sup> der Jungen betrug  $\bar{x} = 4,0$  Jahre  $\pm$  SD = 0,9 und bei den Mädchen  $\bar{x} = 4,3$  Jahre  $\pm$  SD = 1,2. Bis zum Zeitpunkt der Untersuchung vergingen bei den Jungen im Durchschnitt  $\bar{x} = 1,4$  Jahre  $\pm$  SD = 0,8, bei den Mädchen  $\bar{x} = 1,0$  Jahre (Retentionszeit<sup>15</sup>)  $\pm$  SD = 0,8. Die Nachuntersuchung erfolgte mit einem durchschnittlichen Alter von  $\bar{x} = 16,5$  Jahren bei den Jungen  $\pm$  SD = 1,5 und  $\bar{x} = 17,0$  Jahren bei den Mädchen  $\pm$  SD = 1,3.

**Tab. III Behandlungszeiten der Jungen und Mädchen**

	Mittel	SD	MIN	MAX
Dauer der Behandlung m	4,0	0,9	1,8	5,4
Dauer der Behandlung w	4,3	1,2	2,7	7,9
Retentionszeit m	1,4	0,8	0,0	3,8
Retentionszeit w	1,0	0,8	0,0	3,3
Alter zur Kontrolle m	16,5	1,5	13,6	19,7
Alter zur Kontrolle w	17,0	1,3	14,0	19,5

Die Patienten wurden mit herausnehmbaren aktiven und funktionellen Behandlungsgeräten und Multibandapparaturen nach Straight-Wire-, Edgewise- oder Begg-Technik behandelt. Zu den verwendeten herausnehmbaren Geräten gehörten: aktive Platten für Oberkiefer (OK<sup>16</sup>) und Unterkiefer (UK<sup>17</sup>) mit transversalen und sagittalen Schrauben und entsprechenden aktiven Feder- und Halteelementen. Zu den funktionellen Geräten gehörten der elastisch offene Aktivator, der Bionator, die Funktionsregler nach Fränkel Typ I (KI II/1) und II (KI II/2) und der elastische Gebissformer nach Bimler A (KI II/1) und B (KI II/2). Die Behandlung wurde in den meisten Fällen mit herausnehmbaren Geräten begonnen und mit einer Multibandapparatur zur Feineinstellung fortgeführt.

14 Behandlungszeit = die Behandlungszeit enthält eine ca. einjährige Retentionskontrolle

15 Retentionszeit = Zeit nach Abschluss der Behandlung bis zur Nachuntersuchung

16 OK = Oberkiefer

17 UK = Unterkiefer

Die 50 Probanden, die zur Nachuntersuchung nicht erschienen, verteilten sich wie folgt auf die Gruppen:

- NB I = 10 Probanden
- DB I<1/2 PB = 11 Probanden
- DB I=1/2 PB = 21 Probanden und
- DB I>1/2 PB = 8 Probanden .

Die prozentuale Verteilung der Probanden war in den vier Gruppen annähernd gleich.

Nach der kieferorthopädischen Behandlung waren die dentalen und skelettalen Dysgnathien der Patienten verändert worden. Um herauszufinden, welchen Einfluss eine kieferorthopädische Behandlung einer Dysgnathiegruppe auf das CMS ausübt, wurden die Patienten neu gruppiert:

- Neutralbissgruppe II/a (NB II/a<sup>18</sup>)

Diese Gruppe setzte sich aus Probanden der NB I zusammen. Sie zeigten zu Beginn und am Ende der Behandlung eine neutrale Okklusion und Kieferbasisrelation.

- Neutralbissgruppe II/b (NB II/b<sup>19</sup>)

Diese Gruppe setzte sich aus Probanden der DB I zusammen. Sie zeigten zu Beginn eine distale Okklusion und Kieferbasisrelation und am Ende der Behandlung eine neutrale Okklusion und Kieferbasisrelation.

- Distalbissgruppe II (DB II<sup>20</sup>)

Diese Gruppe setzen sich auch aus Probanden der DB I zusammen. Sie zeigten zu Beginn und am Ende der Behandlung eine distale Okklusion und Kieferbasisrelation.

Zur Nachuntersuchung gehörten 22 Probanden der NB II/a-Gruppe an, 52 der NB II/b-Gruppe und 26 der DB II-Gruppe.

---

18 NB II/a = Neutralbissgruppe II/a > Neutralbiss zu Beginn und am Ende der Behandlung

19 NB II/b = Neutralbissgruppe II/b > Distalbiss zu Beginn und Neutralbiss am Ende der Behandlung

20 DB II = Distalbissgruppe II > Distalbiss zu Beginn und am Ende der Behandlung

**Tab. IV Probandenverteilung zur Nachuntersuchung**

	ges Ende	NB I	DB I<1/2	DB I=1/2	DB I>1/2
NB II/a	22	22	0	0	0
NB II/b	52	0	21	21	10
DB II	26	0	8	11	7
ges Anfang	100	22	29	32	17

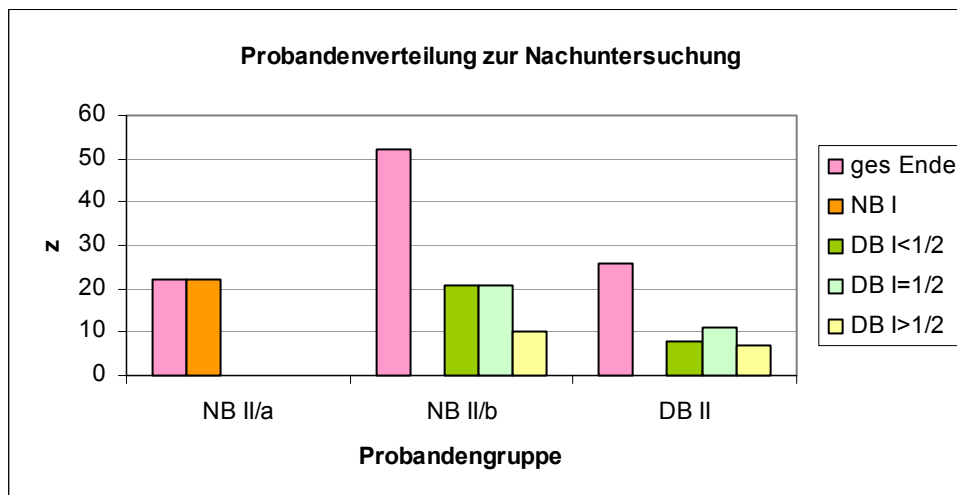


Abb. 2 Probandenverteilung zur Nachuntersuchung

NB II/a = Neutralbissgruppe zu Beginn und am Ende der Behandlung; NB II/b = Distalbissgruppe zu Beginn der Behandlung und Neutralbissgruppe am Ende der Behandlung; DB II = Distalbissgruppe zu Beginn und am Ende der Behandlung; ges Ende = Probandenverteilung am Ende der Behandlung; NB I = Neutralbissgruppe zu Beginn der Behandlung; DB I <, =, > 1/2 PB = Distalbissgruppe kleiner, gleich, größer eine halbe Prämolarenbreite;

### **2.1.1. Neutralbissgruppe I**

Zu der Neutralbissgruppe I (NB I) gehörten 22 Probanden. Unter ihnen befinden sich 13 Mädchen und 9 Jungen. Die kieferorthopädische Behandlung wurde mit einem Durchschnittsalter von  $\bar{x} = 11,7$  Jahren  $\pm SD = 1,9$  begonnen. Die Behandlung dauerte im Durchschnitt  $\bar{x} = 3,9$  Jahre  $\pm SD = 0,8$ . In der angegebenen Behandlungszeit ist eine Retentionskontrolle von ca. einem Jahr enthalten. Zum Zeitpunkt der Untersuchung betrug das Durchschnittsalter der Probanden  $\bar{x} = 16,8$  Jahre  $\pm SD = 1,5$ . Die Probanden zeigten ein jugendlich permanentes, saniertes Gebiss in einem guten Pflegezustand. Der durchschnittliche Overjet betrug  $\bar{x} = 2,8$  mm und der Overbite betrug im Durchschnitt  $\bar{x} = 2,9$  mm. Leichte alveoläre Mittellinienverschiebungen bis 3 mm traten bei 17 Probanden zu Behandlungsbeginn auf. Ein unilateraler Kreuzbiss wurde bei 3 Probanden und ein bilateraler Kreuzbiss bei einem Probanden zu Beginn diagnostiziert.

Um in die Neutralgruppe aufgenommen zu werden, mussten bestimmte Kriterien erfüllt sein:

- bilaterale neutrale sagittale Relation  
(Kieferbasenrelation und Angle Klasse I)
- regelrecht transversale und vertikale Relation
- regelrechter Overjet (von durchschnittlich 3 mm)
- regelrechter Overbite (bis maximal ins mittlere Kronendrittel)

Die Auswahlkriterien sind denen von Henrikson und Nilner [26, 27] ähnlich. Der Overjet und Overbite betrug in ihrer Studie 1-4 mm.

**Tab. V Alter der Probanden NB I und Behandlungszeiten**

NB I	Mittel	STABW	MIN	MAX
Anfang	11,7	1,9	8,3	16
Ende	15,6	1,8	12,8	19
Nachuntersuchung	16,8	1,5	14	19,5
Behandlungsdauer	3,9	0,8	2,7	5,5
Retention	1,2	0,8	0,1	2,6

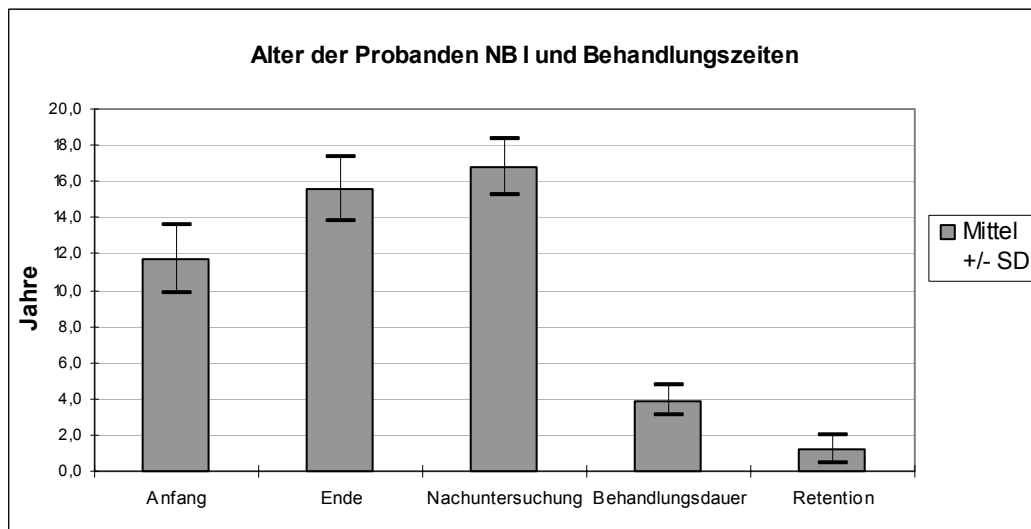


Abb.3 Alter der Probanden NB I und Behandlung

Anfang = Alter zu Beginn der Behandlung; Ende = Alter zum Ende der Behandlung; Nachuntersuchung = Alter zur Nachuntersuchung; Behandlungsdauer = Dauer der Behandlung einschließlich Retentionskontrollen von ca. einem Jahr; Retention = Abstand der aktuellen Untersuchung zur letzten Retentionskontrolle;

### **2.1.2. Distalbissgruppe I**

Die Distalbissgruppe I (DB I) setzt sich aus 78 Probanden zusammen. Darunter befinden sich 46 Mädchen und 32 Jungen. Zu Beginn der kieferorthopädischen Behandlung wiesen die Probanden eine unilaterale oder bilaterale distale sagittale Relation auf. 14 Probanden zeigten eine transversale Abweichung in Form eines Kreuzbisses. Der Overjet betrug im Durchschnitt 4,7mm und der Overbite 3,5 mm.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zeigten alle ein jugendlich permanentes, saniertes Gebiss in einem guten Pflegezustand.

Die Behandlung wurde bei den Probanden im Durchschnittsalter von 11,4 Jahren  $\pm$  SD = 1,6 begonnen und dauerte im Durchschnitt 4,3 Jahre  $\pm$  SD = 1,0. Die Behandlungszeit schließt eine durchschnittliche einjährige Retentionskontrolle ein. Daraus ergibt sich ein Durchschnittsalter von 15,7 Jahren  $\pm$  SD = 1,5 zum Ende der Behandlung. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug das Durchschnittsalter der Probanden 16,8 Jahre  $\pm$  SD = 1,4.

**Tab. VI Alter der gesamten Probanden DB I und Behandlungszeiten**

DB I	Mittel	STABW	MIN	MAX
Anfang	11,4	1,6	8	15,3
Ende	15,7	1,5	12,8	18,6
Nachuntersuchung	16,8	1,4	13,6	18,7
Behandlungsdauer	4,3	1,0	1,8	6,5
Retention	1,1	0,9	0,0	3,8

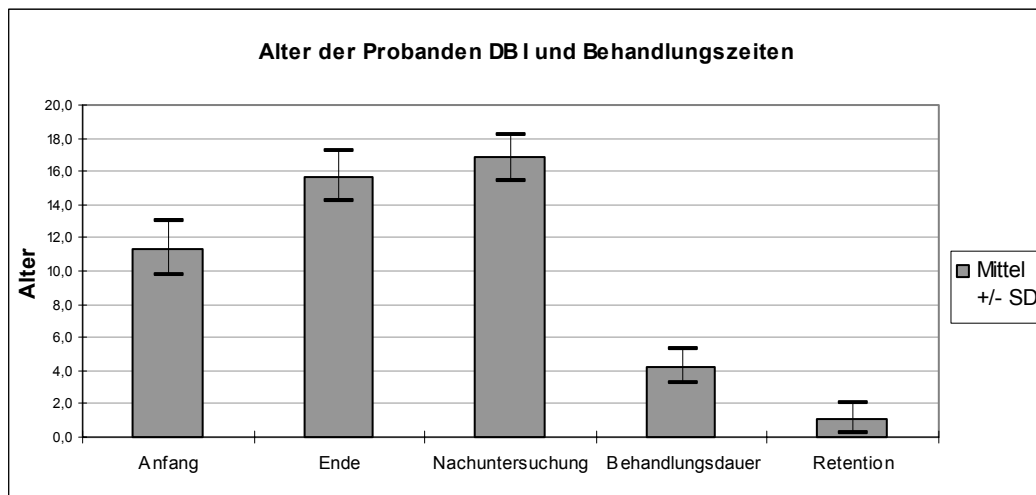


Abb.4 Alter der gesamten Probanden DB I und Behandlungszeiten

Anfang = Alter zu Beginn der Behandlung; Ende = Alter zum Ende der Behandlung; Nachuntersuchung = Alter zur Nachuntersuchung; Behandlungsdauer = Dauer der Behandlung einschließlich Retentionskontrollen von ca. einem Jahr; Retention = Abstand der aktuellen Untersuchung zur letzten Retentionskontrolle;

Um einen besseren Überblick darüber zu bekommen, welchen Einfluss eine kieferorthopädischen Behandlung einer Klasse II Anomalie auf das CMS hat, wurden die Probanden der Distalbissgruppe I in drei Gruppen unterteilt:

- DB I < 1/2PB<sup>11</sup>
- DB I = 1/2PB<sup>12</sup> und
- DB I > 1/2PB<sup>13</sup>.

11 DB I < 1/2PB = Distalbiss I kleiner einer halben Prämolarenbreite

12 DB I = 1/2PB = Distalbiss I gleich einer halben Prämolarenbreite

13 DB I = 1/2PB = Distalbiss I gleich einer halben Prämolarenbreite

Die Okklusion wurde nach der Angle-Klassifikation bestimmt. Bei Seitenabweichungen der Okklusion wurden die Probanden der Gruppe mit der größeren Abweichung zugeordnet.

**Tab. VII Alter der einzelnen DB I - Gruppen und Behandlungszeiten**

DB I	Anfang	Ende	Beh.-Dauer	Zeit nach Ret	Nachunters
DB<1/2	10,7	15,3	3,9	1,1	16,4
DB=1/2	11	15,3	4,3	1,2	17
DB>1/2	11,6	15,9	4,4	1,1	16,9

## 2.2. Ablauf der Untersuchung

### 2.2.1. Kiefermodelle und Analysen

Von allen Probanden lagen zum Zeitpunkt der Untersuchung Anfangs-, Zwischen- und Schlussmodelle vor. Zur Nachuntersuchung wurden aktuelle anatomische Kieferabformungen genommen und Modelle hergestellt.

Die Anfangmodelle und aktuellen Situationsmodelle wurden nach den gängigen Analysen von Pont, Moyers und Lundström vermessen und die Okklusion nach der Angle-Klassifikation bestimmt. Die gewonnenen Informationen zum Gebisszustand wurden in die entsprechenden Formulare dokumentiert. Die Formulare sind dem Anhang beigelegt.

### 2.2.2. Röntgenbefunde

Im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlung wurden zum Anfang und gegen Ende der Therapie je eine Orthopantomogrammaufnahme (OPG<sup>21</sup>) angefertigt. Diese gewährleisteten eine Beurteilung der Knochenstrukturen der Kieferbasen, der Anlagen der permanenten Zähne und bedingt über die Kiefergelenke und Nasennebenhöhlen.

<sup>21</sup> OPG – Orthopantomogramm, bei weiteren Angaben als Abkürzung OPG

Die zur Diagnostik notwendigen Fernröntgenseitenbilder (FRS<sup>22</sup>) wurden ebenfalls am Anfang und gegen Ende der Behandlung angefertigt und mit dem Computerprogramm Adda Keph und der darin enthaltenen Auswertmethode nach Segner und Hasund (1991) analysiert [78]. Die daraus resultierenden basalen Konfigurationen (basal sagittale Relationen (distal, neutral, mesial)) waren u.a. für die Gruppierung der Probanden zu Beginn und am Ende der Behandlung ausschlaggebend.

Anhand der Anfangsbefunde (Modelle und FRS) wurden die Patienten in die Neutralbissgruppe I und die Distalbissgruppe I zugeordnet.

Nach erfolgreicher kieferorthopädischer Behandlung wurden die Probanden neu gruppiert:

- Neutralbissgruppe II/a: Probanden, die zu Beginn der Behandlung und zur Nachuntersuchung einen Neutralbiss zeigten,
- Neutralbissgruppe II/b: Probanden, die zu Beginn einen Distalbiss und zur Nachuntersuchung einen Neutralbiss zeigten und
- Distalbissgruppe II: Probanden, die zu Beginn der Behandlung und zur Nachuntersuchung einen Distalbiss zeigten, deren Okklusion zur Nachuntersuchung jedoch stabil abgestützt war.

### **2.2.3. Funktionsanalyse**

#### **a) Klinische Funktionsanalyse**

Die klinische Funktionsanalyse beinhaltet die Untersuchung der Zähne, des Parodontiums, des Kiefergelenkes, der Kaumuskelatur sowie der Lippen-, Wangen- und Zungenmuskulatur. Für die Erfassung der entsprechenden Daten wurden die Befundbögen aus der SHIP und äquivalente epidemiologische Untersuchungen der Universität Greifswald verwendet. Diese sind der Arbeit im Anhang beigelegt.

---

<sup>22</sup> FRS – Fernröntgenseitenbild, bei weiteren Angaben als Abkürzung FRS

Der Befundbogen 1 erfasste die Lippen- und Zungenfunktion und die dynamische Okklusion.

Die Lippenfunktion wurde anhand des zwanglosen Lippenschlusses, von Habits, wie Lippenbeißen mit und ohne Zahnimpressionen auf den Lippen und der Mentalisaktivität beurteilt.

Die Bewertung der Zungenfunktion wurde nach ihrer Lage beim Schlucken (am Gaumen oder interdental) beurteilt. Für die Diagnose der Zungenlage wurde ein Lippenhalter beim Probanden eingesetzt. So konnte der ganze Mundvorhof eingesehen und eine interdental Lage (in der Front oder im Seitzahngebiet) bzw. eine Gaumenlage der Zunge diagnostiziert werden. Die Ränder der Zunge wurden auf Zahnimpressionen untersucht, die auf ein Zungenpressen hindeuten können.

Die Okklusionskontakte der dynamischen Bewegung der Unterkiefers bei Laterotrusion nach links und rechts und die Protrusion wurden mit Hilfe von Okklusionsfolien (Hanel-Folie 12 µm) und Schimstockfolie 8 µm dargestellt und entsprechend in einem Zahnschema dokumentiert. Dabei wurden nur solche Kontakte aufgezeichnet, bei denen die Schimstockfolie zwischen den Zähnen klemmen blieb. Die Protrusionsbewegung wurde bis zum Schneidezahnkontakt ausgeführt und durfte maximal 5 mm betragen. Bei der Lateralbewegung wurde eine reine Seitschubbewegung des Unterkiefers unter Zahnkontakt um 3 mm nach rechts bzw. links durchgeführt. Weiterhin war das Auftreten von Balancekontakten bei Laterotrusionsbewegung auf der nicht Arbeitsseite entscheidend für die Einteilung der dynamischen Okklusion in eine akzeptable und nicht akzeptable Okklusion. Probanden, deren Okklusion als akzeptabel eingestuft wurde, zeigten eine Front-Eckzahn-Führung. In einigen Fällen konnte auf der Laterotrusionsseite eine Beteiligung der ersten Prämolaren festgestellt werden (Gruppenführung). Traten Balancekontakte bei Laterotrusion auf der Nichtarbeitsseite auf (Hyperbalancen), wurde die Okklusion als nicht akzeptabel eingestuft.

Der Befundbogen 2 beinhaltete die Untersuchung der Muskulatur und des Kiefergelenkes.

Zunächst wurde die Muskulatur des kranio-mandibulären Systems (M. masseter, M. temporalis, M. suboccipitalis, M. sternocleidomastoideus, M. pterygoideus medialis und lateralis) symmetrisch palpiert und Angaben über Schmerzfreiheit (Indolenz), Missempfindung oder Schmerz aufgezeichnet. Die Palpation des M. pterygoideus lateralis erfolgte durch den isometrischen Muskeltest.

Die Druckdolenz des Gelenkes wurde nach lateral und nach kranial-dorsal getestet. Hier wurden ebenfalls Schmerzfreiheit, Missempfindungen oder Schmerzen erfasst. Weiterhin wurden die vorhandenen tastbaren Bewegungsstörungen des Kondylus und Hypermobilitäten dokumentiert und die Gelenkgeräusche bei der Öffnung und Schließung des Unterkiefers jeweils in der initialen, intermediären und terminalen Bewegungsphase mittels Stethoskop ermittelt.

Die Mobilität des Unterkiefers ist von der Konstitution des einzelnen Probanden und deren muskulären und skelettalen Situation abhängig. Die maximale aktive und passive Öffnung des Unterkiefers wurde mit einer Schiebelehre in Millimetern gemessen. Die aktive Öffnung ist die Bewegung, die von den Probanden selbst ausgeführt wurde. Die passive Öffnung dagegen wurde mit Einwirkung von äußeren Kräften durch den Untersucher ausgelöst. Es wurde so der Bewegungsspielraum des Gelenkes untersucht. Dieser kann Auskunft über das endfeel bei passiver Mundöffnung geben. Weiterhin wurden die maximal möglichen Lateralbewegungen des Unterkiefers nach rechts und links beurteilt. Bewegungen von weniger als 5mm wurden als behindert eingestuft und die mit 5 und mehr Millimetern Seitwärtsschub mit ungehindert bezeichnet. Zuletzt erfolgte die qualitative Beurteilung des Ablaufes der Öffnungsbewegung: ob die Öffnung zügig und ohne Unterbrechungen geradlinig, mit Deviation, mit Deflektion nach rechts bzw. links oder mit einer terminalen Deflektion nach rechts bzw. links ablief.

## **b) Instrumentelle Funktionsanalyse**

Für die Durchführung der instrumentellen Funktionsanalyse wurde zunächst eine aktuelle Situationsabformung des Ober- und Unterkiefers angefertigt und die entsprechenden Modelle hergestellt. Um bei den Probanden eine manuelle Unterkieferführung für die Registratnahme zu erreichen, mussten die Muskeln zunächst entspannt und desorientiert werden. Dies erfolgte, indem der Patient auf zwei Watterollen biss (ca. 1-2 min). Mit Hilfe des hergestellten Oberkiefermodells wurde im Labor ein Registrarträger aus 0,5 mm Zinnfolie hergestellt. Dieser wurde am Oberkiefer des Patienten einprobiert und die exakte Passung mit einer zinkoxidhaltigen Registrierpaste (Temp bond) verbessert. Für den Unterkiefer wurde in der Front ein anteriorer Stop aus einer härteren Wachsmasse angebracht, damit der Proband die Zinnfolie beim Kieferschluss nicht mit seinen unteren Schneidezähnen berührt. Somit wurden auch die auftretenden Kräfte auf das Kiefergelenk so gering wie möglich gehalten. Die Registrierung der unteren Frontzähne erfolgte zuerst. Eine Schicht aus weicherem Wachs wurde im Prämolaren- und Molarenbereich aufgetragen, in die dann der Unterkiefer locker hineingeführt wurde. Dabei ist zu beachten, dass die Kontakte der Frontzähne auf der härteren Wachsmasse die gleichen wie zuvor sind. Die Übertragung der Lage des Oberkiefers bezüglich zur Schädelbasis erfolgte mit einem arbiträren Gesichtsbogen, mit dem nun auch die Modelle in den Artikulator (Panadent) montiert wurden. Für die Diagnostik ist ein Artikulator nötig, der die zentrische Position des Kiefergelenkes eindeutig wiedergeben kann. Hierzu muss die Scharnierachse feststellbar sein. Die Kontakte der Zentrik, Laterotrusion und Protrusion wurden mit Hilfe einer Okklusionsfolie (Hanel-Folie) mit einer Dicke von 12 µm sichtbar dargestellt, im Zahnschema des Befundbogens dokumentiert und mit denen der klinischen Funktionsanalyse verglichen.

### **2.3. Statistische Berechnung**

Mittelwertberechnungen, Standardabweichungen und Angaben über den Minimal- und Maximalwert erfolgten mit Microsoft Excel.

Die Signifikanzberechnungen wurde mit dem Statistikprogramm „Statistica“ im Institut für medizinische Statistik der Universität Göttingen berechnet. Die statistische Signifikanz der diagnostizierten Merkmale für CMD wurden innerhalb und zwischen den einzelnen Gruppen mit dem Pearson und ML Chi-Quadrat berechnet. Das Signifikanzniveau wurde auf  $p = 0,05$  festgelegt. Der Chi-Quadrat-Test wird um so signifikanter, je stärker die Häufigkeit von dem erwarteten Muster abweicht. Wenn der p-Wert kleiner als 0,05 ist, liegt ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen vor, die miteinander verglichen wurden.

### **2.4. Methodenkritik**

Die Ergebnisse der klinischen und instrumentellen Funktionsanalyse waren vom Behandler und den Probanden abhängig. Ging man davon aus, dass alle Probanden von ein und dem selben Behandler untersucht wurden, schränkt sich die Fehlerquote ein, die unterschiedliche Untersucher ergäben. Es ist davon auszugehen, dass ein Behandler immer ein und den selben Fehler bei der Untersuchung fortsetzt. Mehrere Behandler hätten jedoch den Vorteil, dass die Untersuchungsfehler breiter gefächert wären und dass Daten, die von einem Behandler nicht erhoben wurden von anderen Untersuchern erfasst werden. Da jedoch die gesamte Untersuchung nicht nur auf subjektiven Aussagen beruht, sondern auch exakte klinische Befunde erhoben worden sind, können die Ergebnisse dieser Arbeit als hinreichend genau angesehen werden.

Die Ergebnisse der manuellen Untersuchung waren durch die Vielzahl von Probanden sehr subjektiv. So war z.B. die Reitzschwelle für Schmerzen und Missempfindungen und die Reaktion auf Stressfaktoren für Patienten

unterschiedlich. Um äußere Störfaktoren, wie Stress (Schulstress) auszuschalten, sollten in folgenden Studien die Probanden möglichst zur gleichen Tageszeit untersucht werden, um verlässlichere Ergebnisse zu erzielen. So nimmt beispielsweise die Muskelspannung und Verspannungen im Laufe des Tages zu und demzufolge können auch Angaben über Missempfindungen oder Schmerzen der Muskulatur zum Tagesende häufiger auftreten.

Die Beurteilung der Kiefergelenksbefunde (Knack- und Reibegeräusche) erfolgte mit Hilfe eines Stethoskops. Durch den dabei entstandenen Hautkontakte kann es leicht zu verfälschten Ergebnissen kommen, insbesondere bei Reibegeräuschen. In weiterführenden Studien sollte darauf geachtet werden, dass solche Untersuchungsverfahren benutzt werden, die Hautkontakte vermeiden (z.B. ein Minimikrofon).

Aufgrund der multifaktoriellen Ursachen der CMD und der variierenden Darstellung der Symptome von CMD (CMD können spontan auftreten, sind selbst limitierend bzw. treten in Intervallen auf [38]) ist davon auszugehen, dass Nachuntersuchungen an verschiedenen Tagen, Monaten oder Jahren auch zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Carlsson und LeResche [6] berichteten, dass in 18 epidemiologischen Studien die Verbreitung von CMD stark variierte. So stellten sie Werte der CMD von 16% bis 59% bei Symptomen und 33% bis 86% bei klinischen Zeichen fest. Die starken Schwankungen können aus den oben aufgeführten Gründen resultieren oder aus der unterschiedlichen Altersstruktur der Probanden in den Studien. CMD treten im jugendlichen Alter häufiger auf (zwischen 15 und 20 Jahren) und verringern sich ab dem 35 Lebensjahr [38].

In der vorliegenden Arbeit ist darauf geachtet worden, dass die Probanden eine einheitliche Altersstruktur aufwiesen und dass die Befunde der klinischen Funktionsanalyse in einem Klassifikationsschema für CMD geordnet waren. Die Symptome der klinischen Funktionsanalyse wurden

in einem Dysfunktionsindex zusammengefasst (Probanden ohne und mit 1-2 Symptomen als frei von CMD, Probanden die 3 und mehr Symptome zeigten als Probanden mit CMD). Dies ermöglichte die Beurteilung einer Erkrankung bzw. eine erforderliche Behandlung.

In der Zukunft sollten Verfahren entwickelt werden, die ein zuverlässiges und stichhaltig diagnostisches Klassifikationssystem für CMD ermöglichen. Es sollten Probandengruppen mit verschiedenen Altersstrukturen mehrfach untersucht werden. Die Nachkontrollen sollten an verschiedenen Tagen möglichst zur gleichen Tageszeit durchgeführt werden. Die erhaltenen Befunde eines Probanden sollten gemittelt werden, um einen durchschnittlichen Trend der CMD-Symptome zu erhalten. Die Untersuchungen sollten möglichst vor, während und nach der kieferorthopädischen Behandlung durchgeführt werden. Weiterhin sollten die Untersucher entsprechend kalibriert werden, um subjektive Untersucherunterschiede weitgehend zu vermeiden

### 3. Ergebnisse

Durch die kieferorthopädische Behandlung änderten sich die dentalen und skelettalen Verhältnisse der Probanden. Demzufolge wurden die Probanden bei der Nachuntersuchung neu gruppiert:

- Neutralbissgruppe II/a (NB II/a)<sup>18</sup>  
Probanden, die im Anfangsbefund und Schlussbefund eine Neutralbiss zeigten
- Neutralbissgruppe II/b (NB II/b)<sup>19</sup>  
Probanden, die im Anfangsbefund einen Distalbiss und im Schlussbefund einen Neutralbiss zeigten
- Distalbissgruppe II (DB II)<sup>20</sup>  
Probanden, die im Anfangsbefund und im Schlussbefund einen Distalbiss zeigten

#### 3.1. Probandenverteilung zur Nachuntersuchung

Die Neutralbissgruppe II/a (NBII/a) setzte sich aus 22 Probanden zusammen, die im Anfangsbefund einen Neutralbiss zeigten (Gruppe NB I).

Die Modellauswertung ergab in dieser Gruppen regelrecht ausgeformte Zahnbögen mit einem durchschnittlichen Overjet von  $\bar{x} = 2,7$  mm und Overbite von  $\bar{x} = 2,3$  mm. Zwei Probanden dieser Gruppe zeigten einen lateralen Kreuzbiss, je einer rechts und links, der zu keiner Zwangsführung der Okklusion führte.

Zur Neutralbissgruppe II/b (NB II/b) gehörten 52 Probanden. Diese zeigten zu Beginn einen Distalbiss und am Ende der Behandlung einen Neutralbiss. Um einen eventuellen Zusammenhang zwischen CMD und dem Grad der

---

<sup>18</sup> NB II/a = Neutralbissgruppe II/a zu Beginn und am Ende der Behandlung

<sup>19</sup> NB II/b = Neutralbissgruppe II/b zu Beginn und Neutralbiss am Ende der Behandlung

Bisslageumstellung zu verifizieren, wurden die 52 Probanden folgendermaßen aufgeschlüsselt:

- 21 Probanden aus DB I <1/2PB<sup>11</sup>
- 21 Probanden aus DB I =1/2PB<sup>12</sup> und
- 10 Probanden aus DB I >1/2PB<sup>13</sup>.

Nach der Behandlung zeigten sie ebenfalls regelrecht ausgeformte Zahnbögen mit einem durchschnittlichen Overjet von  $\bar{x} = 2,9$  mm und Overbite von  $\bar{x} = 2,7$  mm. Ein lateraler Kreuzbiss konnte nach der Behandlung noch bei 3 Probanden rechts und 2 Probanden links festgestellt werden, der jedoch zu keiner Zwangsführung der Okklusion führte.

In die Distalbissgruppe II (DB II) gehörten zur Nachuntersuchung 26 Patienten. Um auch hier einen eventuellen Zusammenhang zwischen CMD und dem Grad der Bisslageumstellung feststellen zu können, wurden die Probanden in die folgenden drei Untergruppen aufgeschlüsselt:

- 8 Probanden = DB II <1/2<sup>23</sup> (1 aus DB I <1/2, 5 aus DB I =1/2, 2 aus DB I >1/2)
- 11 Probanden = DB II =1/2<sup>24</sup> und (7 aus DB I =1/2, 4 aus DB I >1/2)
- 7 Probanden = DB II >1/2<sup>25</sup> (1 aus DB I <1/2, 6 aus DB I >1/2)

Die Modellauswertung ergab regelrecht ausgeformte Zahnbögen mit einem durchschnittlichen Overbite von  $\bar{x} = 3,9$  mm und Overjet von  $\bar{x} = 3,6$  mm. Ein Kreuzbiss konnte bei einem Patienten diagnostiziert werden, wobei keine Zwangsführung der Okklusion zu erkennen war.

Die entsprechenden Darstellungen der Verteilung der Probanden ist aus den Tabelle VIII, IX und den Abbildung 5 und 6 ersichtlich.

---

20 DB II = Distalbissgruppe II zu Beginn und am Ende der Behandlung

11 DB I <1/2 = Distalbiss kleiner eine halbe Prämolarenbreite zu Beginn der Behandlung

12 DB I =1/2 = Distalbiss gleich eine halbe Prämolarenbreite zu Beginn der Behandlung

13 DB I >1/2 = Distalbiss größer eine halbe Prämolarenbreite zu Beginn der Behandlung

23 DB II <1/2 = Distalbissgruppe II kleiner eine halbe Prämolarenbreite am Ende der Behandlung

24 DB II =1/2 = Distalbissgruppe II gleich eine halbe Prämolarenbreite am Ende der Behandlung

25 DB II >1/2 = Distalbissgruppe II größer eine halbe Prämolarenbreite am Ende der Behandlung

Tab. VIII Probandenverteilung zur Nachuntersuchung

	ges Ende	NB I	DB I<1/2	DB I=1/2	DB I>1/2
NB II/a	22	22	0	0	0
NB II/b	52	0	21	21	10
DB II	26	0	8	11	7
ges Anfang	100	22	29	32	17

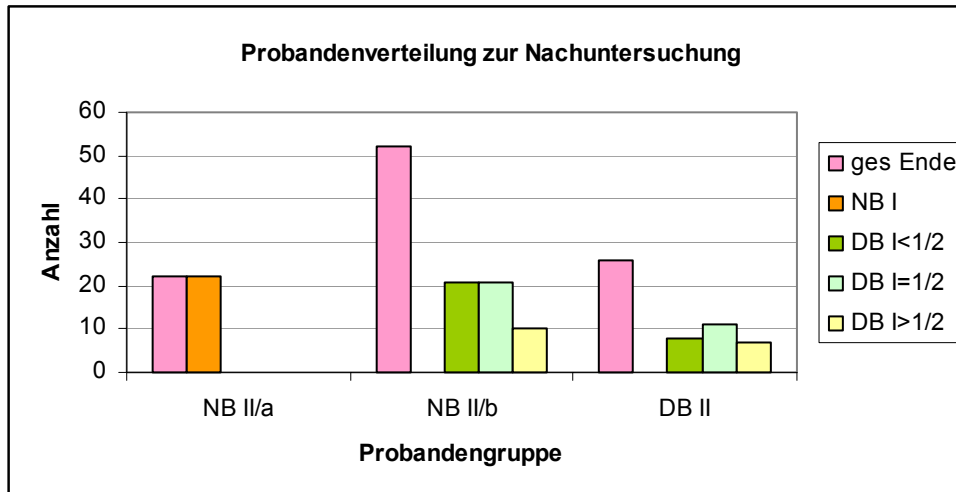


Abb.5 Probandenverteilung zur Nachuntersuchung

NB II/a = Probanden, die im Anfangsbefund und Schlussbefund eine Neutralbiss zeigten

NB II/b = Probanden, die im Anfangsbefund einen Distalbiss und im Schlussbefund einen Neutralbiss zeigten; DB II = Probanden, die im Anfangsbefund und im Schlussbefund einen

Distalbiss zeigten, ges Ende = Summe der Probanden der einzelnen Untergruppen zur Nachuntersuchung, NB I = Neutralbiss, DB I <, =, > 1/2PB = Distalbiss kleiner, gleich, größer eine halbe Prämolarenbreite

Tab. IX Probandenverteilung der Probanden DB II

DB II	DB II<1/2	DB II=1/2	DB II>1/2	ges DB I
NB I	0	0	0	0
DB I<1/2	1	0	1	2
DB I=1/2	5	7	0	12
DB I>1/2	2	4	6	12
ges DB II	8	11	7	26

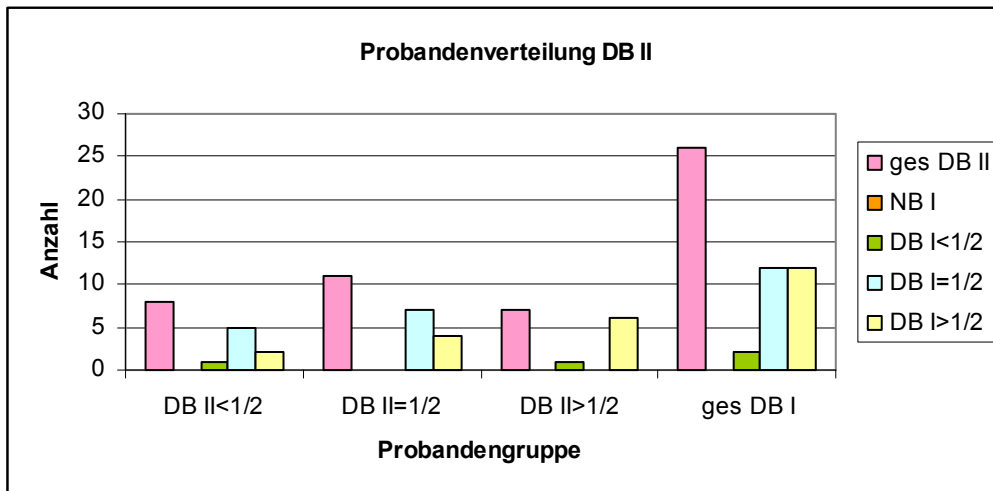


Abb. 6 Probandenverteilung der DB II

DB II <,,> 1/2 = Probanden, die im Schlussbefund einen Distalbiss kleiner, gleich, größer eine halbe Prämolarenbreite zeigten; ges DB II = alle Probanden, die im Schlussbefund einen Distalbiss zeigten; NB I = Probanden, die im Anfangsbefund einen Neutralbiss zeigten; DB I <,,> 1/2 = Probanden, die im Anfangsbefund einen Distalbiss kleiner, gleich, größer eine halbe Prämolarenbreite zeigten; ges DB I = alle Probanden, die im Anfangsbefund einen Distalbiss zeigten;

## 3.2. Ergebnisse der klinischen und instrumentellen Funktionsanalyse

### 3.2.1. Lippen- und Zungenfehlfunktion

Die Lippenfunktion wurde anhand des zwanglosen Lippenschlusses, von Habits, wie Lippenbeißen mit und ohne Zahnimpressionen auf den Lippen und der Mentalisaktivität beurteilt.

Die Kontrolle der Zungenfunktion beinhaltete die Untersuchung der Lage der Zunge beim Schlucken des Patienten. Dabei wurde unterschieden, ob die Zunge am Gaumen lag oder sich interdental befand. Die Ränder der Zunge wurden auf Zahnimpressionen untersucht, die auf ein Zungenpressen hindeuten können.

#### a) Lippenfehlfunktionen

Einen kompetenten Lippenschluss zeigten zur Nachuntersuchung 96 Probanden, 20 von ihnen gehörten zur NB II/a-Gruppe, 50 zur NB II/b-Gruppe (20 Probanden der DB I < 1/2PB, 21 der DB I = 1/2PB und 9 der DB I > 1/2PB) und 26 Probanden gehörten zur DB II-Gruppe (8 aus DB < 1/2, 11 aus DB = 1/2, 7 aus DB > 1/2).

Bei Betrachtung der prozentualen Anteile der einzelnen Gruppen war zu erkennen, dass *ein kompetenter Lippenschluss geringfügig häufiger in der Gruppe DB II* zu diagnostizieren war, gefolgt von den Gruppen NB II/b und NB II/a. Die Werte der einzelnen Gruppen lagen sehr dicht beieinander. *Ein signifikanter Unterschied konnte unter den Gruppen nicht festgestellt werden.*

Ein inkompetenter Lippenschluss trat bei 2 Patienten der NB II/a-Gruppe und bei 2 Patienten der NB II/b-Gruppe (je einer aus DB I < 1/2PB und DB I > 1/2PB) auf. In der Gruppe DB II konnte kein Proband mit einem inkompetenten Lippenschluss diagnostiziert werden. Tendenziell wurde bei den *NB II/a-Probanden häufiger ein inkompetenter Lippenschluss festgestellt* als in den anderen beiden Gruppen. *Ein signifikanter Unterschied wurde nicht festgestellt.*

Lippenbeißen zeigten 3 Probanden der NB II/a-Gruppe, 3 Probanden der NB II/b-Gruppe (2 aus DB I<1/2PB, 1 aus DB I>1/2PB) und 2 Probanden der DB II-Gruppe (je einer DB II<1/2PB und DB II>1/2PB). Bei den NB II/a-Probanden konnte das Symptom Lippenbeißen etwas häufiger diagnostiziert werden als in den anderen beiden Gruppen. Die NB II/b-Probanden zeigten die geringsten Symptome. Ein signifikanter Unterschied konnte nicht festgestellt werden.

Zahnimpressionen auf den Lippen konnten zur Nachuntersuchung weder in der Gruppe NB II/a, NB II/b noch in der DB II-Gruppe diagnostiziert werden.

Eine Mentalisaktivität wurde bei 4 Probanden diagnostiziert. Von denen gehörten 2 Patienten zur NB II/a-Gruppe und 2 zur NB II/b-Gruppe (je einer aus der DB I<1/2PB und DB I>1/2PB). Bei den DB II-Probanden konnte keine Mentalisaktivität festgestellt werden. Prozentual gesehen trat das Symptom in der Gruppe NB II/a geringfügig häufiger auf. Im Vergleich zu den Gruppen NB II/a und DB II-Gruppe konnte die Mentalisaktivität bei den NB II/a-Probanden signifikant häufiger ( $p<0,05$ ) festgestellt werden. Beim Vergleich der Gruppen NB II/a und NB II/b wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt.

Zusammenfassung: Insgesamt waren Lippenfunktionsstörungen sehr selten. Sie traten in der Gruppe NB II/a geringfügig häufiger auf als in den Gruppen NB II/b und DB II. Innerhalb der NB II/b- und DB II-Gruppen sind die DB<1/2- und DB>1/2-Probanden zu gleichem Maße mit Lippenfunktionsstörungen betroffen. Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den einzelnen Gruppen jedoch nicht ermittelt werden. Lediglich bei der Betrachtung der Mentalisaktivität zeigte die Gruppe NB II/a im Vergleich zur DB II-Gruppe signifikant ( $p<0,05$ ) häufiger Symptome.

Die Ergebnisse sind aus den Tab. X, XI, XII und der Abb. 7 ersichtlich.

**Tab. X Lippenfunktion der Probanden NB II/a und NB II/b**

Lippenfunktion	NB II/a (n=22)	NB II/b (n=52)		
		DB I <1/2	DB I =1/2	DB I >1/2
kompetent	20	20	21	9
inkompetent	2	1	0	1
Lippenbeißen	3	2	0	1
Impressionen	0	0	0	0
Mentalisaktivität	2	1	0	1

**Tab. XI Lippenfunktion der Probanden DB II**

Lippenfunktion	DB II (n=26)	DB II <1/2	DB II =1/2	DB II >1/2
kompetent	26	8	11	7
inkompetent	0	0	0	0
Lippenbeißen	2	1	0	1
Impressionen	0	0	0	0
Mentalisaktivität	0	0	0	0

**Tab. XII Lippenfunktion und Signifikanzdarstellung der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II**

Lippenfunktion	NB II/a (n=22)	NB II/b (n=52)	DB II (n=26)	Signifikanz p<0,05		
				NBII/a:NBII/b	NBII/a:DBII	NBII/b:DBII
kompetent	20 (91%)	50 (96%)	26 (100%)	n.s.	n.s.	n.s.
inkompetent	2 (9,1%)	1 (1,9%)	0	n.s.	n.s.	n.s.
Lippenbeißen	3 (13,6%)	2 (3,8%)	2 (7,7%)	n.s.	n.s.	n.s.
Impressionen	0	0	0	n.s.	n.s.	n.s.
Mentalisaktivität	2 (9,1%)	2 (3,8%)	0	n.s.	p<0,05	n.s.

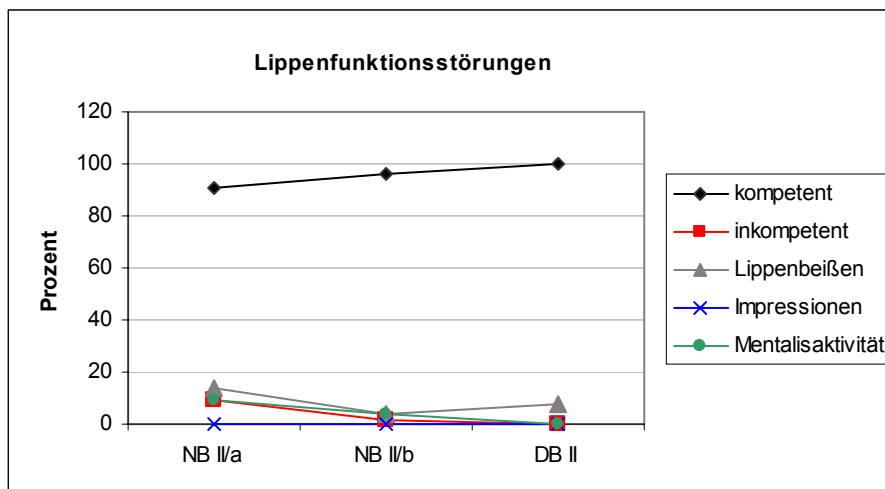


Abb. 7 Trenddarstellung der Lippenfehlfunktionen der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II

## b) Zungenfehlfunktionen

Die Zunge lag bei 78 Probanden beim Schlucken am Gaumen, d.h. sie war weder an noch zwischen den Zähnen erkennbar. Von diesen gehörten 16 Probanden zur NB II/a-Gruppe, 40 Probanden zur NB II/b-Gruppe (15 aus DB I<1/2PB, 18 aus DB I=1/2PB und 7 aus DB I<1/2) und 22 Probanden zur DB II-Gruppe (6 DB II<1/2PB, 9 DB II=1/2PB und 7 DB II>1/2). Prozentual gesehen lag die Zunge geringfügig *häufiger in der Gruppe DB II palatinal*, gefolgt von den Gruppe NB II/b und NB II/a. *Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Gruppen nicht festgestellt werden.*

Eine interdentale Lage der Zunge wurde bei einem NB II/a-Probanden, bei 6 NB II/b-Probanden (1 aus DB I<1/2PB, 2 aus DB I=1/2PB und 3 aus DB I<1/2) und bei einem DB II-Probanden (DB II<1/2PB) diagnostiziert. Tendenziell zeigte sich hier, dass die *NB II/b-Probanden doppelt so häufige* eine interdentale Lage der Zunge aufwiesen als die NB II/a- und DB II-Probanden. *Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Gruppen nicht festgestellt werden.*

Ein Zungenpressen zeigten 7 Probanden der NB II/a-Gruppe und 11 der NB II/b-Gruppe (5 aus DB I<1/2PB, 3 aus DB I=1/2PB und 3 aus DB I<1/2). In der Gruppe DB II wurden 4 Probanden (je 2 in DB II<1/2PB und DB II>1/2PB) mit Zungenpressen diagnostiziert. *Der größte prozentuale Anteil des Zungenpressens konnte bei den NB II/a-Probanden diagnostiziert werden*, gefolgt von den NB II/b- und DB II-Probanden. *Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Gruppen nicht festgestellt werden.*

An der Zunge konnten bei 6 NB II/a- und bei 10 NB II/b-Probanden (6 aus DB I<1/2PB, 2 aus DB I=1/2PB und 2 aus DB I<1/2) Zahnimpressionen festgestellt werden. Bei den Probanden der DB II-Gruppe wurde dieses Symptom bei 3 Patienten (einer in DB II<1/2PB und 2 in DB II=1/2) nachgewiesen. Die Betrachtung der prozentualen Anteile ergab, dass ebenfalls, wie bei dem Symptom Zungenpressen, *in der Gruppe NB II/a geringfügig häufiger Symptome diagnostiziert* wurden, gefolgt von den NB II/b- und DB II-Gruppen. *Beim Vergleich der Gruppen NB II/a und NB II/b*

mit der Gruppe DB II zeigte sich, dass die Zahnimpressionen in den Gruppen NB II/a und NB II/b signifikant häufiger auftraten ( $p < 0,05$ ) als in der DB II-Gruppe.

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass die Zungenfehlfunktionen in der Gruppe NB II/a tendenziell häufiger zu diagnostizieren waren und die wenigsten Fehlfunktionen in der Gruppe DB II. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen waren jedoch nicht so groß, dass ein signifikanter Unterschied festzustellen war. Lediglich bei den Zahnimpressionen der Zunge konnte das Symptom in der NB II/a-Gruppe signifikant häufiger diagnostiziert werden als in der DB II-Gruppe.

Die entsprechenden Ergebnisse sind aus den Tab. XIII, XIV, XV und der Abb. 8 ersichtlich.

**Tab. XIII Zungenfunktion der Probanden NB II/a und NB II/b**

Zungenfunktion	NB II/a (n=22)	NB II/b (n=52)		
		DB I <1/2	DB I =1/2	DB I >1/2
am Gaumen	16	15	18	7
interdental	1	1	3	2
Zungenpressen	7	5	3	3
Zahnimpression	6	6	2	2

**Tab. XIV Zungenfunktion der Probanden DB II**

Zungenfunktion	DB II (n=26)	DB II <1/2	DB II =1/2	DB II >1/2
am Gaumen	22	6	9	7
interdental	1	1	0	0
Zungenpressen	4	2	2	0
Zahnimpression	3	1	2	0

**Tab. XV Zungenfunktion und Signifikanzdarstellung der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II**

Zungenfunktion	NB II/a (n=22)	NB II/b (n=52)	DB II (n=26)	Signifikanz p<0,05		
				NBII/a:NBII/b	NBII/a:DBII	NBII/b:DBII
am Gaumen	16 (72,7%)	40 (76,9%)	22 (84,6%)	n.s.	n.s.	n.s.
interdental	1 (4,5%)	6 (11,5%)	1 (3,8%)	n.s.	n.s.	n.s.
Zungenpressen	7 (38,8%)	11 (21,2%)	4 (15,4%)	n.s.	n.s.	n.s.
Zahnimpression	6 (27,3%)	10 (19,2%)	3 (11,5%)	n.s.	p<0,05	p<0,05

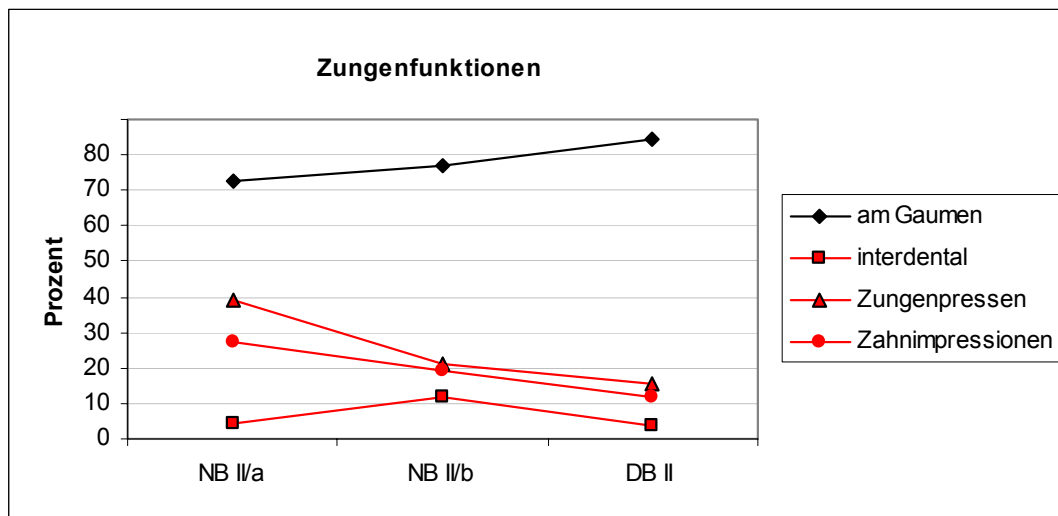


Abb. 8 Trenddarstellung der Zungenfehlfunktionen der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II

### 3.2.2. Dynamische Okklusionsbefunde

Die Okklusionskontakte der dynamischen Bewegung des Unterkiefers bei Laterotrusion nach links und rechts und bei Protrusion wurden mit Hilfe von Okklusionsfolien (Hanel-Folie 12  $\mu\text{m}$ ) und Schimstockfolie 8  $\mu\text{m}$  dargestellt und in einem Zahnschema entsprechend dokumentiert. Dabei wurden nur solche Kontakte aufgezeichnet, bei denen die Schimstockfolie zwischen den Zähnen klemmen blieb. Die Protrusionsbewegung wurde bis zum Schneidezahnkontakt ausgeführt und durfte maximal 5 mm betragen. Bei der Lateralbewegung wurde eine reine Seitschubbewegung des Unterkiefers unter Zahnkontakt um 3 mm nach rechts bzw. links durchgeführt.

Entscheidend für die Einteilung der dynamischen Okklusion in eine akzeptable und nicht akzeptable Okklusion war das Auftreten von Hyperbalancekontakten bei der Laterotrusionsbewegung auf der Nichtarbeitsseite. Probanden mit einer Gruppenführung auf der Laterotrusionsseite wurden in „akzeptable Okklusion“ eingestuft, die mit Hyperbalancekontakten auf der Nichtarbeitsseite in „nicht akzeptable Okklusion“.

*Eine reine Eckzahnführung bei Laterotrusion nach links zeigten 6 Probanden der NB II/a-Gruppe links und 9 rechts. Aus der Gruppe NB II/b zeigten 19 Probanden eine reine Eckzahnführung links und 16 rechts. In der DB II-Gruppe konnten 8 Probanden mit einer reinen Eckzahnführung links und 4 Probanden mit einer Eckzahnführung rechts diagnostiziert werden. Prozentual gesehen trat die reine Eckzahnführung *in allen Gruppen annähernd gleich häufig auf*. Lediglich in der Gruppe DB II konnten geringere Werte bei der Laterotrusion nach rechts diagnostiziert werden als in den Gruppen NB II/a und NB II/b. *Beim Vergleich der Gruppen NB II/a und DB II zeigte sich, dass die NB II/a-Gruppe signifikant häufiger ( $p < 0,05$ ) eine Laterotrusion nach rechts mit Eckzahnführung aufwies.**

Bei Betrachtung der Untergruppen NB II/b zeigte sich, dass die Untergruppen DB I<1/2 und DB I=1/2 gleichhäufig eine Eckzahnführung bei Laterotrusion nach links und rechts aufwiesen. Die Probanden der Untergruppe DB I>1/2

konnten dagegen häufiger eine Eckzahnführung bei Laterotrusion nach rechts und links zeigen als in den Untergruppen DB I<1/2 und DB I=1/2.

Die Betrachtung DB II-Probanden ergab in der Untergruppe DB II<1/2 prozentual geringfügig häufiger eine Eckzahnführung bei Laterotrusion nach rechts und links als die übrigen Untergruppen.

*Zwischen den Untergruppen NB II/b und DB II wurden trotz der geringen prozentualen Abweichungen keine signifikanten Unterschiede diagnostiziert.*

*Die Gruppenführung bei Laterotrusion trat in allen drei Gruppen häufiger auf als die Eckzahnführung. Bei 16 NB II/a-Probanden konnte eine Gruppenführung links und bei 13 rechts diagnostiziert werden. Weiterhin trat eine Gruppenführung bei 33 NB II/b-Patienten links und bei 36 rechts auf und bei 18 Probanden der Gruppe DB II links und 22 rechts. Der Vergleich der Gruppen NB II/a und DB II zeigte, dass die DB II-Probanden signifikant häufiger ( $p<0,05$ ) eine Gruppenführung bei Laterotrusion nach rechts aufwiesen.*

Die Untergruppen der NB II/b-Probanden verhalten sich genau umgekehrt zur Eckzahnführung. Die häufigsten Gruppenführungen konnten in den DB I<1/2- und DB I=1/2-Gruppen diagnostiziert werden. Es konnten ebenfalls gleiche Werte bei Laterotrusion rechts und links ermittelt werden. Die häufigsten Gruppenführungen bei Laterotrusion der DB II-Probanden konnten rechts in der Untergruppe DB II=1/2 und links in der Untergruppe DB II>1/2 diagnostiziert werden, die geringsten dagegen rechts und links in der Untergruppe DB II<1/2. *Ein signifikanter Unterschied wurde zwischen den Untergruppen nicht ermittelt.*

*Hyperbalancekontakte wurden in der Gruppe NB II/a in je 3 Fällen festgestellt, bei je 5 NB II/b-Probanden nach links bzw. rechts, bei einem der DB II-Probanden bei Laterotrusion nach links und bei 4 Probanden rechts. Hyperbalancen traten etwas häufiger in den Gruppen NB II/a und NB II/b auf. Beide Gruppen zeigten jeweils rechts und links die gleichen Werte. Die Probanden der NB II/a zeigten gegenüber den Probanden der NB II/b-Gruppe geringfügig häufiger Hyperbalancen. Bei Betrachtung der NB II/b-Probanden konnten in allen drei Untergruppen links und rechts ähnliche*

Werte ermittelt werden. Lediglich in der Untergruppe DB I>1/2 der NB II/b- Probanden konnten rechts und links größere Unterschiede ermittelt werden. So zeigten die Probanden dieser Untergruppe bei der Laterotrusion nach links keine Hyperbalancen. In der Gruppe DB II gab es rechts und links größere Unterschiede. So traten geringfügig häufiger Hyperbalancen bei Laterotrusion nach rechts auf als nach links. Die Symptome verteilen sich jedoch annähernd gleichmäßig auf die Untergruppen. *Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Gruppen NB II/a, NB II/b, DB II und deren Untergruppen nicht festgestellt werden.*

Eine reine Frontzahnführung bei Protrusionsbewegung zeigten 15 Probanden der NB II/a-Gruppe, 38 Probanden der NB II/b-Gruppe und 22 Probanden der DB II-Gruppe. *Sie konnte tendenziell häufiger unter den Probanden der DB II diagnostiziert werden. Die wenigsten reinen Frontzahnkontakte zeigten die NB II/a-Probanden. In der NB II/b-Gruppe konnte die reine Frontzahnführung geringfügig häufiger in der DB I=1/2-Untergruppe diagnostiziert werden, gefolgt von den Probanden DB I<1/2 und DB I>1/2. Die prozentualen Werte der Untergruppen der DB II-Probanden verhalten sich ähnlich wie die der NB II/b-Untergruppen. Die reinen Frontzahnführungen wurde geringfügig häufiger bei den DB II=1/2-Probanden diagnostiziert, gefolgt von den DB II<1/2- und DB II>1/2-Probanden. Ein signifikanter Unterschied wurde nicht errechnet.*

Einer Front-Eckzahnführung bei Protrusion wurde bei je 5 Probanden der NB II/a- und NB II/b-Gruppe und bei 3 Probanden der DB II-Gruppe diagnostiziert. *Sie trat tendenziell am häufigsten in der Gruppe NB II/a auf. Die geringsten Werte dagegen zeigten die Probanden der NB II/b-Gruppe. Die Front-Eckzahnführung konnte in den drei Untergruppen der NB II/b-Probanden zu annähernd gleichen Werten diagnostiziert werden. Die Untergruppe DB II>1/2 der DB II-Probanden zeigte dagegen am häufigsten eine Front-Eckzahnführung, gefolgt von den DB II=1/2- und DB II<1/2-Probanden. Ein signifikanter Unterschied wurde nicht errechnet.*

Eine Gruppenführung bei Protrusion, d.h. zusätzliche Kontakte auf mindestens einem Prämolaren, wurde bei 2 der NB II/a-Probanden, bei 9 der NB II/b-Probanden und bei einem der DB II-Probanden diagnostiziert. Die Gruppenführung konnte *in der Gruppe NB II/b geringfügig häufiger* diagnostiziert werden und am niedrigsten in der Gruppe DB II. Die Untergruppen DB I<1/2 und DB I>1/2 der NB II/b-Probanden zeigten annähernd gleiche prozentuale Werte. Die Gruppenführung bei Protrusion konnte in diesen beiden Untergruppen geringfügig häufiger diagnostiziert werden als in der Untergruppe DB I=1/2. *Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Gruppen nicht festgestellt werden.*

Zusammenfassend ist ersichtlich, dass Störungen der dynamischen Okklusion tendenziell häufiger in der Gruppe NB II/a zu diagnostizieren waren. Bei Betrachtung der einzelnen Untergruppen der NB II/b- und DB II-Probanden lassen sich nur geringe prozentuale Abweichungen in der einzelnen Symptomverteilung ermitteln. Ein signifikanter Unterschied wurde zwischen den Gruppen NB II/a und DB II bei Betrachtung der Laterotrusion mit Eckzahnführung nach rechts und Gruppenführung nach rechts errechnet, wobei unter den NB II/a-Probanden signifikant häufiger eine reine Eckzahnführung und unter den DB II-Probanden signifikant häufiger eine Gruppenführung diagnostiziert werden konnte.

Die Ergebnisse sind in den Tab. XVI, XVII, XVIII und der Abb. 9 dargestellt.

**Tab. XVI Okklusion der Probanden NB II/1 und NB II/2**

Okklusion	NB II/a (n=22)	NB II/b (n=52)		
		DB I <1/2	DB I =1/2	DB I >1/2
Eckzahnführung lateral links	6	7	7	5
Eckzahnführung lateral rechts	9	6	6	4
Gruppenführung lateral links	16	14	14	5
Gruppenführung lateral rechts	13	15	15	6
Hyperbalancen bei Laterotusion links	3	2	2	1
Hyperbalancen bei Laterotusion rechts	3	2	3	0
Protrusion mit Frontzahnführung	15	14	17	7
Protrusion mit Front-,Eckzahnführung	5	2	2	1
Protrusion mit Gruppenführung	2	5	2	2

**Tab. XVII Okklusion der Probanden DB II**

Okklusion	DB II (n=26)	DB II<1/2	DB II=1/2	DB II>1/2
Eckzahnführung lateral links	8	4	2	2
Eckzahnführung lateral rechts	4	3	1	0
Gruppenführung lateral links	18	4	9	5
Gruppenführung lateral rechts	22	5	10	7
Hyperbalancen bei Laterotusion links	1	0	0	1
Hyperbalancen bei Laterotusion rechts	4	2	1	1
Protrusion mit Frontzahnführung	22	8	10	4
Protrusion mit Front-,Eckzahnführung	3	0	1	2
Protrusion mit Gruppenführung	1	0	0	1

**Tab. XVIII Okklusion und Signifikanzdarstellung der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II**

Okklusion	NB II/a (n=22)	NB II/b (n=52)	DB II (n=26)	Signifikanz p<0,05		
				NBII/a:NBII/b	NBII/a:DBII	NBII/b:DBII
Eckzahnführung lateral links	6 (27,3%)	19 (36,5%)	8 (30,7%)	n.s.	n.s.	n.s.
Eckzahnführung lateral rechts	9 (41%)	16 (30,8%)	4 (15,4%)	n.s.	p<0,05	n.s.
Gruppenführung lateral links	16 (72,7%)	33 (63,5%)	18 (69,2%)	n.s.	n.s.	n.s.
Gruppenführung lateral rechts	13 (59,1%)	36 (69,2%)	22 (84,6%)	n.s.	p<0,05	n.s.
Hyperbalancen Laterotusion links	3 (13,6%)	5 (9,6%)	1 (3,8%)	n.s.	n.s.	n.s.
Hyperbalancen Laterotusion rechts	3 (13,6%)	5 (9,6%)	4 (15,4%)	n.s.	n.s.	n.s.
Protrusion mit Frontzahnführung	15 (68,2%)	38 (73,1%)	22 (84,6%)	n.s.	n.s.	n.s.
Protrusion Front-, Eckzahnführung	5 (22,7%)	5 (9,6%)	3 (11,5%)	n.s.	n.s.	n.s.
Protrusion mit Gruppenführung	2 (9,1%)	9 (17,3%)	1 (3,8%)	n.s.	n.s.	n.s.

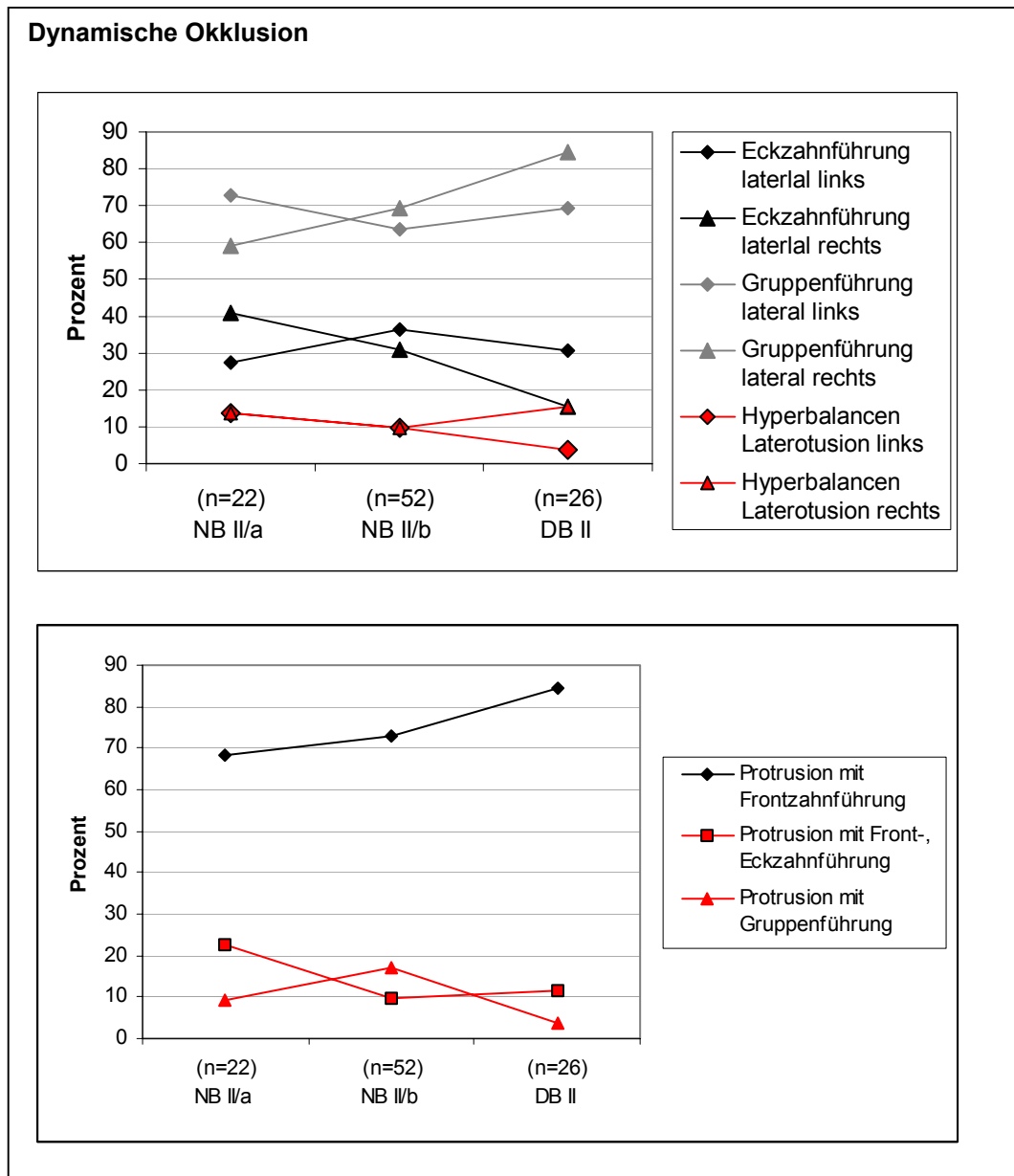


Abb. 9 Trenddarstellung der dynamischen Okklusion der Probanden NB II/a, Nb II/b und DB II

### Okklusion akzeptabel und nicht akzeptabel

Bei den NBII/a-Probanden wurden 3 (13,6%) diagnostiziert, deren Okklusion als nicht akzeptabel eingestuft werden musste. Sie zeigten bei Laterotrusion nach rechts und links eine Gruppenführung und auf der Nichtarbeitsseite Hyperbalancekontakte. Zwei dieser Probanden hatten bei Protrusion eine reine Frontzahnführung und ein Proband eine Front-Eckzahnführung. Die anderen 19 Probanden (86,4%) der NB II/a-Gruppe zeigten eine akzeptable Okklusion.

Aus 52 Probanden der NB II/b-Gruppe zeigten 6 (11,5%) eine nicht akzeptable Okklusion. Bei diesen Probanden konnte eine Gruppenführung bei Laterotrusion rechts und links mit Hyperbalancekontakten auf der Nichtarbeitsseite diagnostiziert werden. Bei Protrusion zeigten sie in 5 Fällen eine reine Frontzahnführung und in einem Fall eine Gruppenführung mit Okklusionskontakten im Seitenzahnggebiet. Die 6 Probanden mit einer nicht akzeptablen Okklusion verteilen sich auf die Untergruppen annähernd gleich. Die restlichen 46 Probanden (88,5%) der NB II/b-Gruppe zeigten eine akzeptable Okklusion.

Bei den Probanden der DB II-Gruppe konnten 4 Probanden (15,4%) diagnostiziert werden, die keine akzeptable Okklusion aufweisen. Einer dieser Probanden zeigte bei Laterotrusion eine reine Eckzahnführung links, die anderen 3 Probanden zeigten eine Gruppenführung links. Die Laterotrusionsbewegung nach rechts zeigte bei allen Probanden eine Gruppenführung. Hyperbalancekontakte traten bei Laterotrusion nach links auf der Nichtarbeitsseite in einem Fall auf und in 3 Fällen auf der Nichtarbeitsseite bei Laterotrusion nach rechts. Die Protrusionsbewegung der 4 Probanden mit einer nicht akzeptablen Okklusion, zeigte bei je 2 Probanden eine reine Frontzahnführung und eine Front- Eckzahnführung. Auf die Untergruppen verteilen sich die 4 Probanden annähernd gleich. Die übrigen 22 Probanden der DB II-Gruppe zeigten eine akzeptable Okklusion.

Zusammenfassend ist ersichtlich, dass eine „nicht akzeptable Okklusion“ relativ selten auftrat. Es gab zwischen den Gruppen NB II/a, NB II/b und DB II keine nennenswerten Unterschiede im prozentualen Auftreten dieser. Auch in den Untergruppen der NB II/b- und DB II-Probanden konnte prozentual kein nennenswerter Unterschied festgestellt werden. Nach dem Pearson und ML-Chi-Quadrat Test wurde kein signifikanter Unterschied der Gruppen NB II/a, NB II/b und DB II ermittelt.

Die Darstellung der Ergebnisse ist aus den Tabellen XIX, XX und der Abbildung 10 ersichtlich.

**Tab. XIX Okklusionsverteilung der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II**

Okklusionsverteilung		NB I	DB I<1/2	DB I=1/2	DB I>1/2
nicht akzeptabel					
NB II/a		3			
NB II/b			2	3	1
DB II	DB II<1/2		2		
	DB II=1/2				1
	DB II>1/2				1

**Tab. XX Okklusionsverteilung und Signifikanzdarstellung der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II**

Okklusion- verteilung	NB II/a (n=22)	NB II/b (n=52)	DB II (n=26)	Signifikanz p>0,05		
				NBII/a:NBII/b	NBII/a:DBII	NBII/b:DBII
akzeptabel	19 (86,4%)	46 (88,5%)	22 (84,6%)	n.s.	n.s.	n.s.
nicht akzeptabel	3 (13,6%)	6 (11,5%)	4 (15,4%)	n.s.	n.s.	n.s.

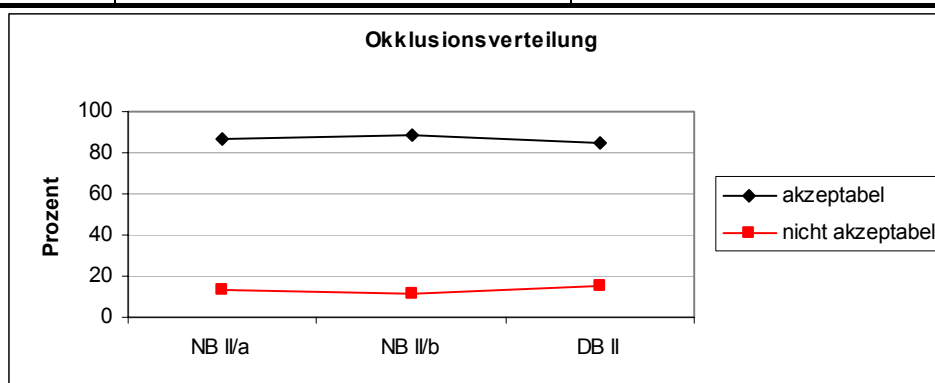


Abb. 10 Trenddarstellung der Okklusionsverteilung der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II

### 3.2.3. Muskelbefunde

Die Muskulatur des kranio-mandibulären Systems (M. masseter, M. temporalis, M. suboccipitalis, M. sternocleidomastoideus, M. pterygoideus medialis und lateralis) wurde symmetrisch palpiert und die Angaben über Schmerzfreiheit, Missempfindungen oder Schmerzen der Muskulatur wurden im Befundbogen II dokumentiert. Die Palpation des M. pterygoideus lateralis erfolgte durch den isometrischen Muskeltest.

Hinweise auf Missempfindungen oder Schmerzen der Muskulatur konnten in der NB II/a-Gruppe bei der Nachuntersuchung nicht diagnostiziert werden.

In der NB II/b-Gruppe konnten außer im M. temporalis links und im M. pterygoideus lateralis rechts und links in allen anderen untersuchten Muskeln Missempfindungen festgestellt werden (5 Probanden im M. masseter rechts, 3 Probanden im M. masseter links, 1 Proband im M. temporalis rechts, 2 Probanden im M. suboccipitalis rechts und einer links, 3 Patienten im M. sternocleidomastoideus rechts und 2 Probanden links, je einer im M. pterygoideus medialis rechts und links).

Bei den DB II-Probanden konnten im M. masseter und M. suboccipitalis jeweils rechts und links bei je einem Patienten Missempfindungen bei der Palpation diagnostiziert werden und im M. sternocleidomastoideus bei einem Probanden rechts und bei zwei Probanden links. Dagegen traten keine Symptome im M. temporalis und M. pterygoideus auf.

*Die Missempfindungen konnten tendenziell häufiger in der NB II/b-Gruppe festgestellt werden und am geringsten in der Gruppe der NB II/a. Der prozentuale Anteil an Missempfindungen ist in der Gruppe DB II geringfügig kleiner als in der Gruppe NB II/b. Bei Betrachtung der Untergruppen der Probanden NB II/b zeigte sich, dass die Missempfindungen in der Untergruppe DB I=1/2 etwas häufiger auftraten. Bei den DB II-Probanden zeigen nur 2 Probanden der Untergruppe DB II=1/2 Missempfindungen. Diese gehörten zu Beginn der Behandlung in die DB I=1/2-Gruppe.*

Prozentual gesehen traten die Missempfindungen der NB II/b Untergruppe DB I=1/2 und der DB II Untergruppe DB II=1/2 gleich häufig auf.

*Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Gruppen nicht festgestellt werden.*

Schmerzen wurden in keiner der drei Hauptgruppen diagnostiziert.

*Ein signifikanter Unterschied konnte auch hier zwischen den Gruppen NB II/a, NB II/b und DB II nicht errechnet werden.*

Zusammenfassung: *Es zeigte sich, dass Muskelfunktionsstörungen relativ selten auftraten. Die oben aufgeführten Werten lassen aber erkennen, dass die Probanden der NB II/b geringfügig häufiger Muskelfunktionsstörungen aufweisen als die Gruppen NB II/a und DB II. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen wurden nicht errechnet.*

Die Darstellung der Ergebnisse ist aus den Tab. XXI, XXII, XXIII und der Abb. 11 ersichtlich.

**Tab. XXI Muskelbefunde der Probanden NB II/a und NB II/b**

Muskulatur	NB II/a (n=22)	NB II/b (n=52)		
		DB I <1/2	DB I =1/2	DB I >1/2
M.masseter rechts	0	3	2	0
M.masseter links	0	1	2	0
M.temporalis rechts	0	1	0	0
M.temporalis links	0	0	0	0
M.suboccipitale rechts	0	1	1	0
M.suboccipitale links	0	0	1	0
M.sternocleidomastoideus rechts	0	2	1	0
M.sternocleidomastoideus links	0	1	1	0
M.pterygoideus mediale rechts	0	1	0	0
M.pterygoideus mediale links	0	1	0	0
M.pterygoideus laterale rechts	0	0	0	0
M.pterygoideus laterale links	0	0	0	0

**Tab. XXII Muskelbefunde der Probanden DB II**

Muskulatur	DB II	DB II<1/2	DB II=1/2	DB II >1/2
M.masseter rechts	1	0	1	0
M.masseter links	1	0	1	0
M.temporalis rechts	0	0	0	0
M.temporalis links	0	0	0	0
M.suboccipitale rechts	1	0	1	0
M.suboccipitale links	1	0	1	0
M.sternocleidomastoideus rechts	1	0	1	0
M.sternocleidomastoideus links	2	0	2	0
M.pterygoideus mediale rechts	0	0	0	0
M.pterygoideus mediale links	0	0	0	0
M.pterygoideus laterale rechts	0	0	0	0
M.pterygoideus laterale links	0	0	0	0

**Tab. XXIII Muskelfunktionsstörungen der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II und Signifikanzdarstellung**

Muskulatur	NB II/a	NB II/b	DB II	Signifikanz p<0,05		
	(n=22)	(n=52)	(n=26)	NBII/a:NBII/b	NBII/a:DBII	NBII/b:DBII
M.masseter rechts	0	5 (9,6%)	1 (3,8%)	n.s.	n.s.	n.s.
M.masseter links	0	3 (5,8%)	1 (3,8%)	n.s.	n.s.	n.s.
M.temporalis rechts	0	1 (1,9%)	0	n.s.	n.s.	n.s.
M.temporalis links	0	0	0	n.s.	n.s.	n.s.
M.suboccipitale rechts	0	2 (3,8%)	1 (3,8%)	n.s.	n.s.	n.s.
M.suboccipitale links	0	1 (1,9%)	1 (3,8%)	n.s.	n.s.	n.s.
M.sternocleidomastoideus rechts	0	3 (5,8%)	1 (3,8%)	n.s.	n.s.	n.s.
M.sternocleidomastoideus links	0	2 (3,8%)	2 (7,7%)	n.s.	n.s.	n.s.
M.pterygoideus mediale rechts	0	1 (1,9%)	0	n.s.	n.s.	n.s.
M.pterygoideus mediale links	0	1 (1,9%)	0	n.s.	n.s.	n.s.
M.pterygoideus laterale rechts	0	0	0	n.s.	n.s.	n.s.
M.pterygoideus laterale links	0	0	0	n.s.	n.s.	n.s.

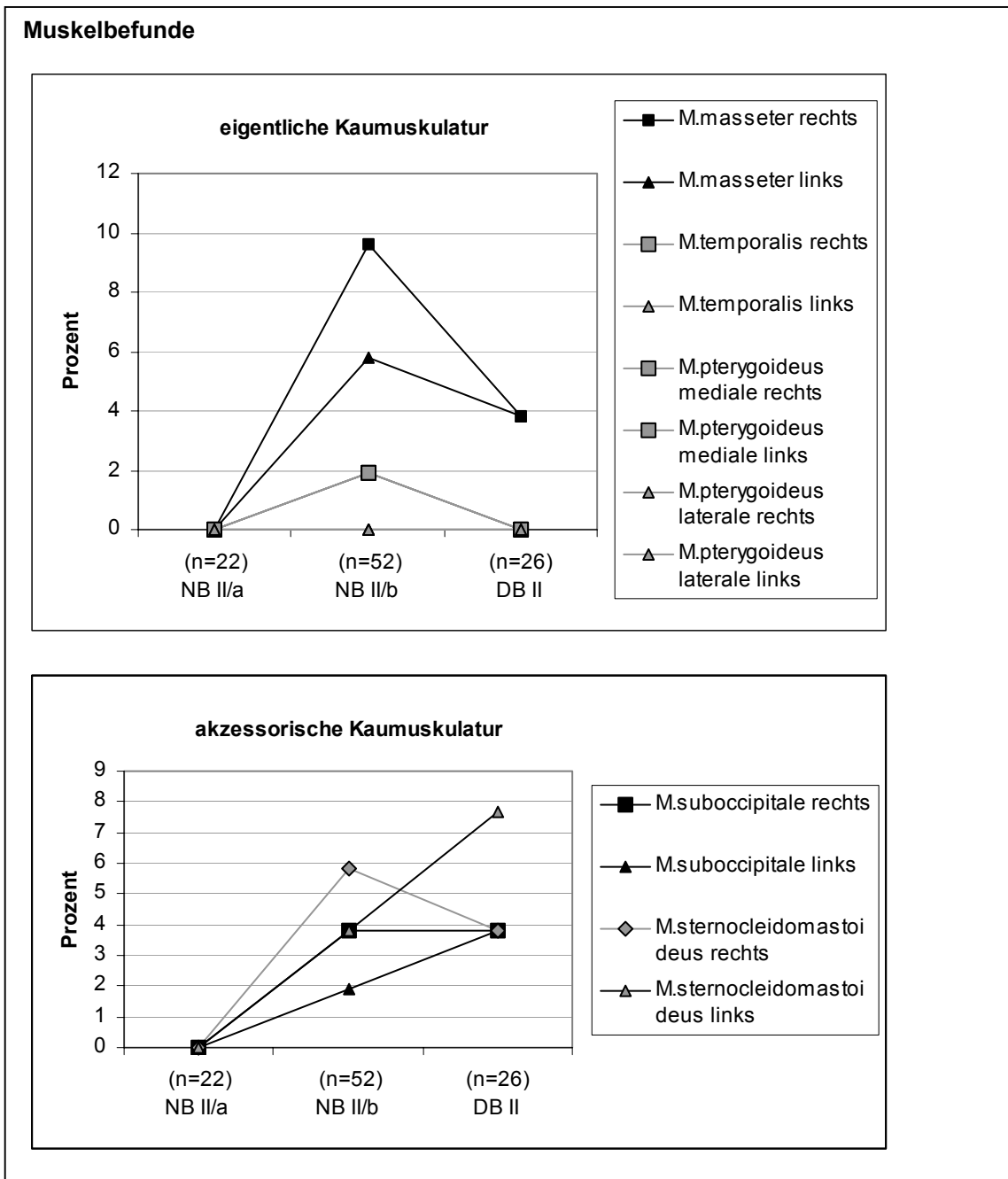


Abb. 11 Trenddarstellung der Muskelbefunde der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II

### 3.2.4. Palpable Gelenkbefunde

Die palpablen Gelenkbefunde setzen sich aus den Druckdolenzen der Gelenke von lateral und kranial-dorsal, der vorhandenen tastbaren Bewegungsstörungen der Kondylen und deren Hypermobilitäten sowie der akustischen Gelenkbefunde bei Mundöffnung und Schließung zusammen. Schmerzfreiheit, Missempfindungen oder Schmerzen sowie die vorhandenen Geräusche bei Bewegung wurden entsprechend dokumentiert.

Bei Palpation der Kiefergelenke konnten Druckdolenzen im Gelenkbereich festgestellt werden. So wurde in der NB II/a-Gruppe bei 2 Probanden (9%) rechts und einem (4,5%) links eine Druckdolenz festgestellt und bei je 4 Probanden rechts (8%) und links (8%) der NB II/b-Gruppe. Die DB II-Probanden zeigten lediglich links bei einem Probanden (4%) eine Druckdolenz. Prozentual traten bei den DB II-Probanden genauso viele palpable Bewegungsstörungen und Druckdolenzen auf wie bei den NB II/a-Probanden. *Die Probanden der NB II/b-Gruppe konnten etwas häufiger palpable Bewegungsstörungen und Druckdolenzen aufweisen als die Probanden der Gruppen NB II/a und DB II.*

Bei Betrachtung der Untergruppen der NB II/b-Probanden konnten die häufigsten Druckdolenzen rechts und links in der DB I=1/2-Gruppe diagnostiziert werden. Die DB II-Untergruppen zeigten nur in der DB II<1/2-Gruppe bei einem Probanden links eine Druckdolenz im Gelenkbereich.

*Ein signifikanter Unterschied konnten aber zwischen den Hauptgruppen und Untergruppen nicht festgestellt werden.*

Palpable Bewegungsstörungen wurden bei 4 Patienten (18%) der NB II/a-Gruppe rechts und bei 5 (23%) links diagnostiziert. In der NB II/b-Gruppe traten palpable Bewegungsstörungen rechts in 15 Fällen (28,8%) auf und links in 11 Fällen (21%). Weiterhin konnten in der Gruppe der DB II bei 7 Patienten rechts (27%) und bei 8 links (31%) palpable Bewegungsstörungen festgestellt werden. *Die prozentualen Werte waren in*

den Gruppen NB II/b und DB II ähnlich. In diesen Gruppen traten die Bewegungsstörungen geringfügig häufiger auf als in der Gruppe NB II/a. Im Vergleich zur NB II/a-Gruppen konnten in der NB II/b-Gruppe signifikant häufiger ( $p < 0,05$ ) palpable Bewegungsstörungen diagnostiziert werden.

Bei Betrachtung der NB II/b-Untergruppen war ersichtlich, dass die palpablen Bewegungsstörungen geringfügig häufiger bei den Probanden auftreten, die zu Beginn der Behandlung einen DB I=1/2 zeigten. Die wenigsten Symptome zeigten sich in der Untergruppe DB I>1/2. In den Untergruppen der DB II-Probanden traten die Symptome zu annähernd gleichhäufigen Prozenten auf. Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Untergruppen nicht errechnet werden.

Die Reibegeräusche während der Mundöffnung wurden bei 3 Probanden (13,6%) rechts und einem (4,5%) links der NB II/a-Gruppe und bei 12 Probanden (23%) rechts und 8 (15,4%) links der NB II/b-Gruppe diagnostiziert. Die Gruppe DB II zeigte bei 8 Patienten (31%) rechts und bei 7 (27%) links Reibegeräusche bei der Kieferöffnung. Aus diesen Werten resultiert, dass die Reibegeräusche bei Mundöffnung etwas häufiger in der NB II/b- und DB II-Gruppe diagnostiziert werden konnte als in der Gruppe NB II/a. Der Vergleich der Gruppen NB II/a und NB II/b zeigte bei den NB II/b-Probanden signifikant häufiger ( $p < 0,05$ ) Reibegeräusche.

In der NB II/a-Gruppe zeigten 2 Patienten (9%) rechts und einer (4,5%) links Reibegeräusche bei der Schließbewegung. In der NB II/b-Gruppe traten bei 11 Probanden (21%) rechts und bei 7 Probanden (13,5%) links Reibegeräusche auf. Weiterhin konnten bei den Probanden der Gruppe DB II 9 Probanden (34,6%) mit Reibegeräuschen bei Mundschluss rechts und bei 7 Probanden (27%) links diagnostiziert werden. Die Gruppe der DB II zeigte hier tendenziell häufiger Reibegeräusche bei Mundschluss als die Gruppen NB II/a und NB II/b. Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Gruppen nicht festgestellt werden.

Bei Betrachtung der Untergruppen der NB II/b-Probanden traten die Reibegeräusche bei Kieferöffnung und Mundschluss häufiger in der Untergruppe DB I<1/2 auf und am geringsten in der Untergruppe DB I>1/2. Die drei Untergruppen der DB II-Probanden zeigten im Vergleich der Symptome untereinander ähnliche prozentuale Werte. *Ein signifikanter Unterschied konnte nicht festgestellt werden.*

Knackgeräusche konnten bei 2 Probanden (9%) rechts und bei einem (4,5%) links der NB II/a-Gruppe und bei 14 Probanden (27%) rechts und 9 (17,3%) links der NB II/b-Gruppe in der Öffnungsbewegung diagnostiziert werden. Die Probanden der Gruppe DB II zeigten bei 4 Probanden (15,4%) Knackgeräusche rechts und bei 7 Probanden (27%) links. *Auch bei Betrachtung dieses Symptoms zeigte sich, das tendenziell häufiger Knackgeräusche bei Kieferöffnung in den Gruppen NB II/b und DB II auftraten. Ein signifikanter Unterschied wurde zwischen den Probanden NB II/a und DB II bei der Öffnungsbewegung rechts festgestellt.*

Knackgeräusche traten bei der Schließbewegung rechts bei 3 Probanden (13,6%) und links bei 4 Probanden (13,6%) der NB II/a Gruppe auf. Die NB II/b-Probanden zeigten rechts bei 11 Probanden (21%) und links bei 15 Probanden (29%) Knackgeräusche und in der Gruppe DB II rechts und links in je 6 Fällen. *Annähernd gleiche Werte konnten in den Gruppen NB II/b und DB II festgestellt werden. In diesen Gruppen traten die Knackgeräusche bei Mundschluss am häufigsten auf. Ein signifikanter Unterschied wurde zwischen den Probanden NB II/a, NB II/b und DB II nicht errechnet.*

Die Untergruppen der NB II/b-Probanden zeigten eine annähernd gleiche prozentuale Verteilung der Knackgeräusche bei Kieferöffnung und Mundschluss. Dagegen konnten die Knackgeräusche bei Öffnung und Schließung des Mundes in der Untergruppe DB II>1/2 etwas seltener diagnostiziert werden als in den Untergruppen DB II<1/2 und DB II=1/2. *Ein signifikanter Unterschied wurde nicht errechnet.*

Keine palpablen Gelenkbefunde zeigten insgesamt 26 Probanden. Davon gehörten 9 Probanden (41%) zur NB II/a-Gruppe, 17 (33%) zur den NB II/b-Probanden und 7 (27%) zur DB II-Gruppe.

*Zusammengefasst lässt sich aus den oben aufgeführten Werten eine Tendenz dahingehend erkennen, dass die palpablen Gelenkbefunde in den Gruppen NB II/b und DB II häufiger auftraten als in der Gruppe NB II/a.*

Eine Darstellung der Ergebnisse ist aus den Tab. XXIV, XXV, XXVI und der Abb. 12 ersichtlich.

**Tab. XXIV Gelenkfunktionsstörungen der Probanden NB II/a und NB II/b**

Gelenkbefunde	NB II/a (n=22)	NB II/b (n=52)		
		DB I <1/2	DB I =1/2	DB I >1/2
Druckdolenz rechts	2	1	3	0
Druckdolenz links	1	1	3	0
palpable Bewegungsstörung rechts	4	5	8	2
palpable Bewegungsstörung links	5	6	5	0
Reiben bei Öffnung rechts	3	6	4	2
Reiben bei Öffnung links	1	4	3	1
Reiben beim Schließen rechts	2	4	5	2
Reiben beim Schließen links	1	4	3	0
Knacken bei Öffnung rechts	2	5	6	3
Knacken bei Öffnung links	1	3	3	3
Knacken beim Schließen rechts	3	4	5	2
Knacken beim Schließen links	4	5	5	5
keine Symptome	9	7	6	4

**Tab. XXV Gelenkfunktionsstörungen der Probanden DB II**

Gelenkbefunde	DB II (n=26)	DB II		
		DB II <1/2	DB II =1/2	DB II >1/2
Druckdolenz rechts	0	0	0	0
Druckdolenz links	1	1	0	0
palpable Bewegungsstörung rechts	7	1	3	3
palpable Bewegungsstörung links	8	2	2	4
Reiben bei Öffnung rechts	7	3	3	1
Reiben bei Öffnung links	6	1	2	3
Reiben beim Schließen rechts	8	3	3	2
Reiben beim Schließen links	6	3	1	2
Knacken bei Öffnung rechts	4	1	2	1
Knacken bei Öffnung links	7	3	3	1
Knacken beim Schließen rechts	6	3	2	1
Knacken beim Schließen links	6	2	3	1
keine Symptome	7	1	4	2

**Tab. XXVI Gelenkfunktionsstörung und Signifikanzdarstellung der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II**

Gelenkbefunde	NB II/a (n=22)	NB II/b (n=52)	DB II (n=26)	Signifikanz p<0,05		
				NBII/a:NBII/b	NBII/a:DBII	NBII/b:DBII
Druckdolenz rechts	2 (9,1%)	4 (7,7%)	0	n.s.	n.s.	n.s.
Druckdolenz links	1 (4,5%)	4 (7,7%)	1 (3,8%)	n.s.	n.s.	n.s.
palpable Bewegungsstörung rechts	4 (18,2%)	15 (28,8%)	7 (26,9%)	p<0,05	n.s.	n.s.
palpable Bewegungsstörung links	5 (22,7%)	11 (21,2%)	8 (30,8%)	n.s.	n.s.	n.s.
Reiben bei Öffnung rechts	3 (13,6%)	12 (23,1%)	8 (30,8%)	p<0,05	n.s.	n.s.
Reiben bei Öffnung links	1 (4,5%)	8 (15,4%)	7 (26,9%)	n.s.	n.s.	n.s.
Reiben beim Schließen rechts	2 (9,1%)	11(21,2%)	9 (34,6%)	n.s.	n.s.	n.s.
Reiben beim Schließen links	1 (4,5%)	7 (13,5%)	7 (26,9%)	n.s.	n.s.	n.s.
Knacken bei Öffnung rechts	2 (9,1%)	14 (26,9%)	4 (15,4%)	n.s.	n.s.	n.s.
Knacken bei Öffnung links	1 (4,5%)	9 (17,3%)	7 (26,9%)	n.s.	n.s.	n.s.
Knacken beim Schließen rechts	3 (13,6%)	11 (21,2%)	6 (23,1%)	n.s.	n.s.	n.s.
Knacken beim Schließen links	4 (18,2%)	15 (28,8%)	6 (23,1%)	n.s.	n.s.	n.s.

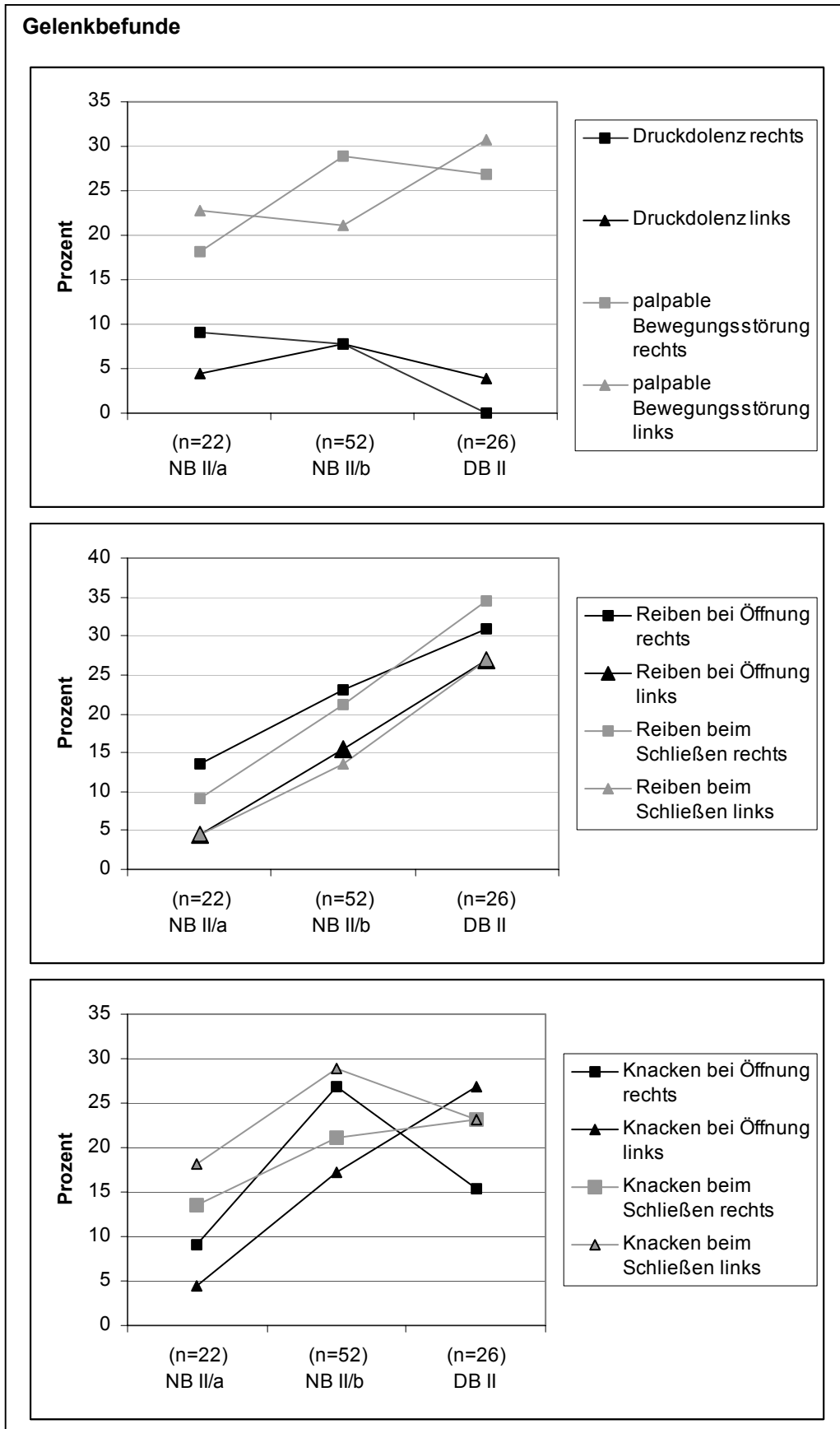


Abb. 12 Trenddarstellung der Gelenkbefunde der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II

### 3.2.5. Mobilität des Unterkiefers

Die Mobilität des Unterkiefers wurde an folgenden Parametern untersucht: maximale aktive und passive Öffnung des Unterkiefers, maximale mögliche Lateralbewegungen nach rechts und links und der Ablauf der Öffnungsbewegung. Es konnten so Aussagen über den Bewegungsspielraum der Gelenke und Aussagen über das endfeel bei passiver Öffnung getroffen werden. Bewegungen von weniger als 5 mm nach lateral wurden als „behindert“ eingestuft und die mit 5 und mehr Millimetern Seitwärtsschub als „unbehindert“ bezeichnet.

*Die aktive maximale Schneidekantendistanz entspricht der maximalen Mundöffnung der Probanden. Diese betrug in der Gruppe NB II/a im Durchschnitt  $\bar{x} = 49,1 \text{ mm} \pm \text{SD} = 7,9 \text{ mm}$ , in der Gruppe NB II/b durchschnittlich  $\bar{x} = 47,5 \text{ mm} \pm \text{SD} = 5,5 \text{ mm}$  und in der Gruppe DB II im Durchschnitt  $\bar{x} = 46,1 \text{ mm} \pm \text{SD} = 5,7 \text{ mm}$ .*

*Aus diesen Werten resultiert, dass die geringfügig größere aktive maximale Schneidekantendistanz in der Gruppe NB II/a zu diagnostizieren war und die niedrigste in der Gruppe DB II.*

Bei Betrachtung der Untergruppen der NB II/b-Probanden zeigte sich, dass mit Zunahme des Dysgnathiegrades in den Untergruppen die maximale aktive SKD etwas abnimmt. Die größeren Werte wurden in der Untergruppe DB I<1/2 diagnostiziert und die niedrigsten in der DB I>1/2.

Die Untergruppen der DB II-Probanden zeigten in den Untergruppen DB II<1/2 und DB II>1/2 ähnliche Werte. Die geringfügig größere maximale aktive SKD wurde in der Untergruppe DB II>1/2 diagnostiziert und die geringste in der DB II=1/2-Gruppe.

*Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Gruppen NB II/a, NB II/b, DB II und den entsprechenden Untergruppen nicht festgestellt werden.*

*In allen drei Gruppen (NB II/a, NB II/b und DB II) konnten keine Schmerzsymptome oder Missempfindungen bei aktiver maximaler Schneidekantendistanz festgestellt werden.*

Die passive maximale Schneidekantendistanz ist vom Behandler am Probanden provoziert worden. Sie gibt Aufschluss über das end feel der Kiefergelenksbewegung. Die passive Öffnung beträgt bei der Probandengruppe NB II/a im Durchschnitt  $\bar{x} = 52,1 \text{ mm} \pm \text{SD} = 7,7 \text{ mm}$ . Bei den NB II/b-Probanden ergaben sich für die passive Mundöffnung ein Durchschnittswert von  $\bar{x} = 50,2 \text{ mm} \pm \text{SD} = 5,5 \text{ mm}$  und für die Probanden DB II ein Durchschnittswert von  $\bar{x} = 48,3 \text{ mm} \pm \text{SD} = 6 \text{ mm}$ . *Die passive maximale Schneidekantendistanz ist in der Gruppe NB II/a tendenziell größer und nimmt in den Gruppen NB II/b und DB II ab.*

Die Betrachtung der Untergruppen der NB II/b-Probanden ergab ebenfalls wie bei der maximalen aktiven SKD eine Abnahme der maximalen passiven SKD mit Zunahme der Dysgnathie.

Die Untergruppen der DB II-Probanden zeigten in den DB II<1/2- und DB II>1/2-Gruppen gleiche Werte. Die geringfügig kleinere maximale passive SKD wurde in der Untergruppe DB II=1/2 festgestellt.

*Signifikante Differenzen wurden zwischen den Gruppen NB II/a, NB II/b und DB II nicht errechnet.*

Bei der passiven maximalen Mundöffnung zeigte die NB II/a-Gruppe in einem Fall Schmerzsymptome und die Probanden der NB II/b-Gruppe in 5 Fällen. Die 5 Probanden setzten sich wie folgt zusammen: 4 Patienten kamen aus der anfänglich DB I < 1/2 PB-Gruppe und einer aus der anfänglichen DB I = 1/2 PB-Gruppe.

In der DB II-Gruppe wurden bei 4 Probanden Schmerzsymptome diagnostiziert. Hier ergaben sich auch Unterschiede in den Untergruppen, 2 aus der DB II=1/2 und je einer aus DB II<1/2 und DB II>1/2.

*Ein signifikanter Unterschied wurde nicht festgestellt.*

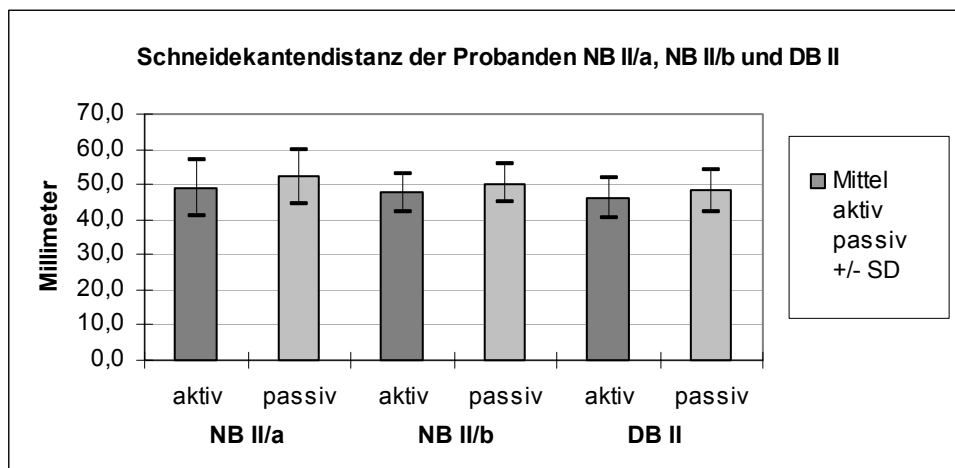
Zusammenfassung: *Gegenüber den Gruppen NB II/a und NB II/b zeichnete sich ab, dass sich in der DB II-Gruppe mit Zunahme des Dysgnathiegrades die maximale aktive und passive SKD geringfügig verringert und etwas häufiger Schmerzsymptome diagnostiziert wurden.*

*Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Probandengruppen nicht festgestellt werden.*

Die Ergebnisse sind aus den Tabellen XXVII, XXVIII, XXIX, XXX und der Abbildung 13 ersichtlich.

**Tab. XXVII Schneidekantendistanz (SKD) der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II**

Schneidekantendistanz (mm)	Mittel	SD	MIN	MAX
<b>NB II/a (n=22)</b>				
SKD aktiv	49,1	7,9	37	64
SKD passiv	52,1	7,7	40	64
<b>NB II/b (n=52)</b>				
SKD aktiv	47,5	5,5	36	62
SKD passiv	50,2	5,5	40	64
<b>DB II (n=26)</b>				
SKD aktiv	46,1	5,7	36	60
SKD passiv	48,3	6	40	65



**Abb. 13 Schneidekantendistanz der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II**

NB II/a = Probanden, die im Anfangsbefund und Schlussbefund einen Neutralbiss zeigen; NB II/b = Probanden, die im Anfangsbefund einen Distalbiss und im Schlussbefund einen Neutralbiss zeigen; DB II Probanden, die im Anfangsbefund und Schlussbefund einen Distalbiss zeigen; aktiv = aktive Schneidekantendistanz bei maximaler Mundöffnung durch den Patienten in mm; passiv = passive Schneidekantendistanz bei maximaler Mundöffnung durch den Behandler ausgelöst in mm; Mittel = Mittelwert; SD = Standardabweichung;

**Tab. XXVIII Aktive und passive Schneidekantendistanz der Gruppen NB II/a, N II/b, DB II und der entsprechenden Untergruppen**

Mobilität des Unterkiefers (mm)	NB II/a n = 22	NB II/b			DB II		
		DB I<1/2 n = 21	DB I=1/2 n = 21	DB I>1/2 n = 10	DB II<1/2 n = 8	DB II=1/2 n = 11	DB II>1/2 n = 7
SKD aktiv	49,1	48,1	47,5	47,3	45,9	44,6	46,3
SKD passiv	52,1	51	50	49,2	48,2	46,3	48,2

**Tab. XXIX Schmerzsymptome bei aktiver und passiver SKD der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II**

Schneidekantendistanz	NB II/a n = 22	NB II/b			DB II		
		DB I<1/2 n = 21	DB I=1/2 n = 21	DB I>1/2 n = 10	DB II<1/2 n = 8	DB II=1/2 n = 11	DB II>1/2 n = 7
SKD aktiv mit Schmerzsymptom	0	0	0	0	0	0	0
SKD passiv mit Schmerzsymptom	1	4	1	0	1	2	1

**Tab. XXX Schneidekantendistanz der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II und Signifikanzdarstellung**

Schneidekantendistanz	NB II/a (n=22)	NB II/b (n=52)	DB II (n=26)	Signifikanz p<0,05		
				NBII/a:NBII/b	NBII/a:DBII	NBII/b:DBII
SKD aktiv mit Schmerzsymptom	0	0	0	n.s.	n.s.	n.s.
SKD passiv mit Schmerzsymptom	1 (4,5%)	5 (9,6%)	4 (15,4%)	n.s.	n.s.	n.s.

Bei Lateralbewegung des Unterkiefers ergaben sich in der NB II/a-Gruppe minimale Unterschiede rechts und links. Sie lag in dieser Gruppe im Durchschnitt bei  $\bar{x} = 9,1$  mm für rechts  $\pm SD = 2,4$  mm und links  $\bar{x} = 9,7$  mm  $\pm SD = 2,5$  mm. Missempfindungen oder Schmerzen konnten in dieser Gruppe bei Laterotrusion nach rechts und links nicht festgestellt werden. Alle Probanden zeigten eine unbehinderte Bewegung nach lateral.

Die Probanden der NB II/b-Gruppe zeigten im Durchschnitt ebenso kaum Unterschiede zur rechten und linken Seite. Die Laterotrusion nach rechts betrug im Durchschnitt  $\bar{x} = 10,3$  mm  $\pm SD = 2,5$  mm und die nach links durchschnittlich  $\bar{x} = 10,1$  mm  $\pm SD = 2,8$  mm. Bei Betrachtung der Untergruppen der NB II/b-Probanden zeigten die DB I=1/2-Probanden eine geringfügig größere Mobilität nach lateral rechts und links. Die geringsten Werte konnten in der Untergruppe DB I<1/2 festgestellt werden. In der Gruppe NB II/b wurden keine Missempfindungen oder Schmerzen diagnostiziert. Bei allen Probanden erfolgte die Lateralbewegung unbehindert.

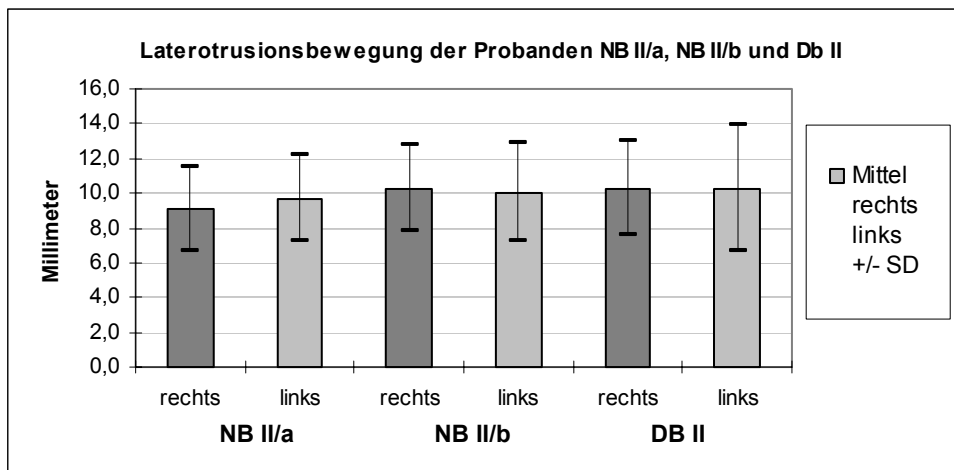
Die DB II-Probanden zeigten bei Laterotrusionsbewegungen nach rechts und links keine Unterschiede. Sie betrug durchschnittlich rechts  $\bar{x} = 10,3$  mm  $\pm SD = 2,7$  mm und links  $\bar{x} = 10,3$  mm  $\pm SD = 3,6$  mm. In den einzelnen Untergruppen traten nur geringe Abweichungen rechts und links auf. In der Untergruppe DB II=1/2 wurde die größte Differenz diagnostiziert. Die Laterotrusion nach links betrug hier nur 9,0 mm. Missempfindungen und Schmerzsymptome konnten auch in dieser Gruppe nicht festgestellt werden und alle Probanden zeigten eine unbehinderte Lateralbewegung.

Die Laterotrusionswerte der Gruppen NB II/b und DB II liegen geringfügig über denen der NB II/a. Die gemessenen Werte der DB II sind denen der NB II/b ähnlich. Hieraus resultiert, dass das Gelenkspiel nach lateral in der DB II Gruppe und auch in der NB II/b Gruppe vermutlich etwas größer ist als in der NB II/a Gruppe. *Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Probandengruppen nicht errechnet werden.*

Die Ergebnisse sind in den Tabellen XXXI und XXXII und den Abbildungen 14 und 15 dargestellt.

**Tab. XXXI Laterotrusionsbewegung der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II**

	Mittel	SD	MIN	MAX
<b>NB II/a (n=22)</b>				
Laterotrusion rechts	9,1	2,4	6	12,5
Laterotrusion links	9,7	2,5	5	13
<b>NB II/b (n=52)</b>				
Laterotrusion rechts	10,3	2,5	5	18
Laterotrusion links	10,1	2,8	4	17
<b>DB II (n=26)</b>				
Laterotrusion rechts	10,3	2,7	4	16
Laterotrusion links	10,3	3,6	5	25

**Abb. 14** Laterotrusionsbewegung der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II

NB II/a = Probanden, die im Anfangsbefund und Schlussbefund einen Neutralbiss zeigen; NB II/b = Probanden, die im Anfangsbefund einen Distalbiss und im Schlussbefund einen Neutralbiss zeigen; DB II Probanden, die im Anfangsbefund und Schlussbefund einen Distalbiss zeigen; Rechts = Laterotrusion nach rechts in mm; links = Laterotrusion nach links in mm; Mittel = Mittelwert; SD = Standardabweichung;

**Tab. XXXII Laterotrusionsbewegung der Probanden NB II/a, NB II/b, DB II und entsprechenden Untergruppen**

Mobilität des Unterkiefers (mm)	NB II/a n = 22	NB II/b			DB II		
		DB I < 1/2 n = 21	DB I = 1/2 n = 21	DB I > 1/2 n = 10	DB II < 1/2 n = 8	DB II = 1/2 n = 11	DB II > 1/2 n = 7
Laterotrusion rechts	9,1	9,5	11	10,4	10,4	10,5	10,4
Laterotrusion links	9,7	9,4	11,6	8,3	10,2	9,0	11

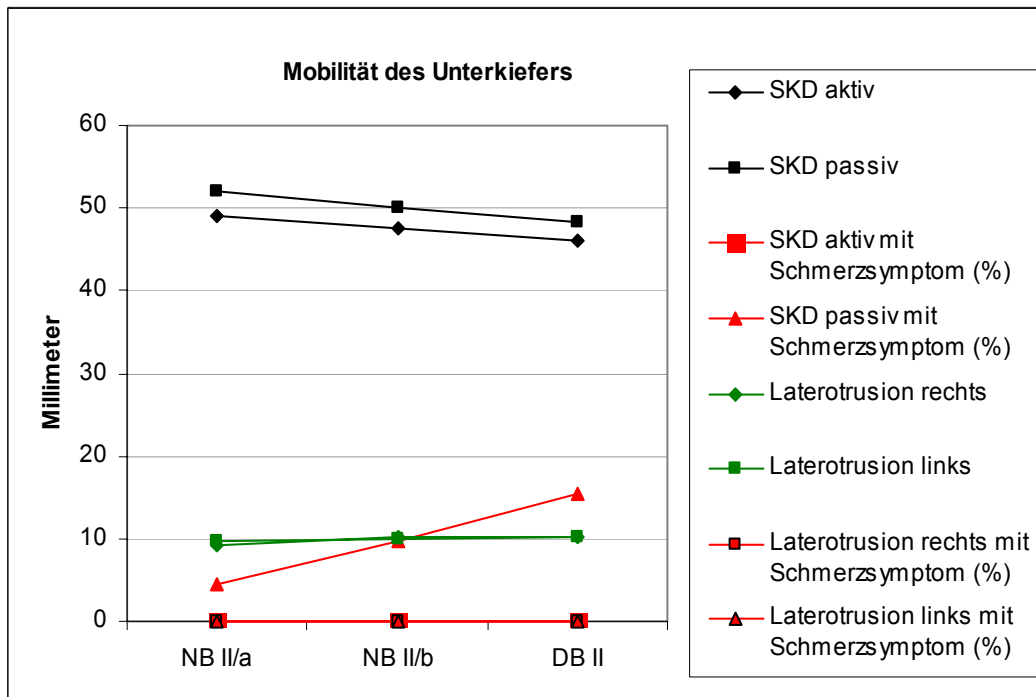


Abb. 15 Trenddarstellung der Mobilität des Unterkiefers der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II

Die geradlinige Mundöffnungsbewegung konnte in allen drei Gruppen am häufigsten diagnostiziert werden (11 Probanden NB II/a, 29 Probanden NB II/b, 18 Probanden DB II). Bei Betrachtung der prozentualen Anteil konnte die *Gruppe DB II etwas häufiger eine geradlinige Öffnungsbewegung aufweisen*, als die Gruppen NB II/a und NB II/b. Die Gruppen NB II/a und NB II/b zeigten ähnliche Werte.

Die Betrachtung der Untergruppen der NB II/b-Probanden ergab, dass die DB I>1/2-Probanden geringfügig häufiger eine geradlinige Mundöffnung aufwiesen und in der Untergruppe DB I<1/2 die geringsten Werte auftraten. Die Untergruppen der DB II-Probanden verhalten sich wie die der NB II/b-Probanden. Die häufigsten geradlinigen Mundöffnungen konnten in der DB II>1/2 beobachtet werden und die geringsten in der DB II<1/2.

*Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Hauptgruppen und auch in den Untergruppen nicht festgestellt werden.*

Eine Deviation wurde in der NB II/a-Gruppe bei 2 Probanden diagnostiziert. Die Gruppen NB II/b (9 Probanden) und DB II (4 Probanden) zeigten ähnliche prozentuale Werte. In diesen Gruppen trat das Merkmal geringfügig häufiger auf als in der NB II/a. Bei Betrachtung der Untergruppen der NB II/b- und DB II-Probanden war ersichtlich, dass diese in den Gruppen DB I<1/2 und DB II<1/2 etwas häufiger eine Deviation aufweisen als die übrigen Untergruppen. *Ein signifikanter Unterschied wurde zwischen den Gruppen nicht festgestellt.*

Die Deflektion nach rechts trat in den Gruppen NB II/a und NB II/b bei je 3 Probanden und in der DB II-Gruppe bei 0 Probanden auf. *Dieses Symptom tritt also bei den NB II/a-Probanden etwas häufiger auf.* Bei Betrachtung der Untergruppe zeigten sich kaum Unterschiede.

*Beim Vergleich der NB II/a- und DB II- Probanden wurde bei den NB II/a-Probanden signifikant häufiger eine Deflektion nach rechts diagnostiziert.*

Die Deflektion nach links konnte in allen drei Gruppen mit je 4 Probanden diagnostiziert werden. Diese trat in den Gruppen NB II/a und DB II zu ähnlichen Werten und minimal häufiger als in der Gruppe NB II/b auf. Bei Betrachtung der Untergruppen der Probanden NB II/b und DB II war

ersichtlich, dass die Probanden DB I=1/2 und DB II=1/2 geringfügig häufiger eine Deflektion nach links aufwiesen gefolgt von den Probandengruppen DB I<1/2 und DB II<1/2. *Ein signifikanter Unterschied wurde zwischen den Gruppen nicht festgestellt.*

Eine terminale Deflektion nach rechts zeigte sich bei je einem Probanden der NB II/a- und NB II/b-Gruppe. Die DB II-Probanden zeigten dagegen keine terminale Deflektion nach rechts. *Zwischen den Probanden konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.*

Die terminale Deflektion nach links konnte bei den NB II/b-Probanden tendenziell häufiger diagnostiziert werden (6 Probanden). Das Symptom trat in den Gruppen NB II/a und DB II zu ähnlichen Werten auf (ein Proband NB II/a, 0 Probanden DB II). Auch bei den NB II/b-Probanden zeigte sich, dass die DB I=1/2-Gruppe öfter dieses Symptom aufwies, als die übrigen Untergruppen. *Ein signifikanter Unterschied konnte nicht ermittelt werden.*

Zusammenfassung: *In allen drei Gruppen wurde die geradlinige Mundöffnung am häufigsten diagnostiziert. Abweichungen von der geraden Mundöffnung wiesen die Gruppen NB II/a und NB II/b geringfügig häufiger auf. Die in der Gruppe NB II/b enthalten Untergruppe DB I=1/2 zeigte dabei die häufigsten abweichenden Symptome gefolgt von der Untergruppe DB <1/2.*

*Zwischen den Gruppen NB II/a und DB II trat eine Deflektion nach rechts signifikant häufiger in der Gruppe NB II/a auf.*

Die entsprechende Darstellung der Ergebnisse ist in den Tabellen XXXIII, XXXIV, XXXV und der Abbildung 16 ersichtlich.

**Tab. XXXIII Ablauf der Öffnungsbewegung des Unterkiefers NB II/a, NB II/b und DB II**

Mobilität des Unterkiefers	NB II/a	NB II/b	DB II
Geradlinig	11	29	18
Deviation	2	9	4
Deflektion nach rechts	3	3	0
Deflektion nach links	4	4	4
Terminale Deflektion nach rechts	1	1	0
Terminale Deflektion nach links	1	6	0

**Tab. XXXIV Ablauf der Öffnungsbewegung des Unterkiefers NB II/a, NB II/b, DB II und der entsprechenden Untergruppen**

Mobilität des Unterkiefers	NB II/a n = 22	NB II/b			DB II		
		DB I<1/2 n = 21	DB I=1/2 n = 21	DB I>1/2 n = 10	DB II<1/2 n = 8	DB II=1/2 n = 11	DB II>1/2 n = 7
geradlinig	11	11	11	7	4	8	6
Deviation	2	5	2	2	3	0	1
Deflektion nach rechts	3	1	1	1	0	0	0
Deflektion nach links	4	1	3	0	1	3	0
Terminale Deflektion nach rechts	1	1	0	0	0	0	0
Terminale Deflektion nach links	1	2	4	0	0	0	0

**Tab. XXXV Ablauf der Öffnungsbewegung und Signifikanzdarstellung der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II**

Mobilität des Unterkiefers	NB II/a (n=22)	NB II/b (n=52)	DB II (n=26)	Signifikanz p<0,05		
				NBII/a:NBII/b	NBII/a:DBII	NBII/b:DBII
Geradlinig	11 (50%)	29 (55,8%)	18 (69,2%)	n.s.	n.s.	n.s.
Deviation	2 (9,1%)	9 (17,3%)	4 (15,4%)	n.s.	n.s.	n.s.
Deflektion nach rechts	3 (13,6%)	3 (5,8%)	0	n.s.	p<0,05	n.s.
Deflektion nach links	4 (18,2%)	4 (7,7%)	4 (15,4%)	n.s.	n.s.	n.s.
Terminale Deflektion nach rechts	1 (4,5%)	1 (1,9%)	0	n.s.	n.s.	n.s.
Terminale Deflektion nach links	1 (4,5%)	6 (11,5%)	0	n.s.	n.s.	n.s.

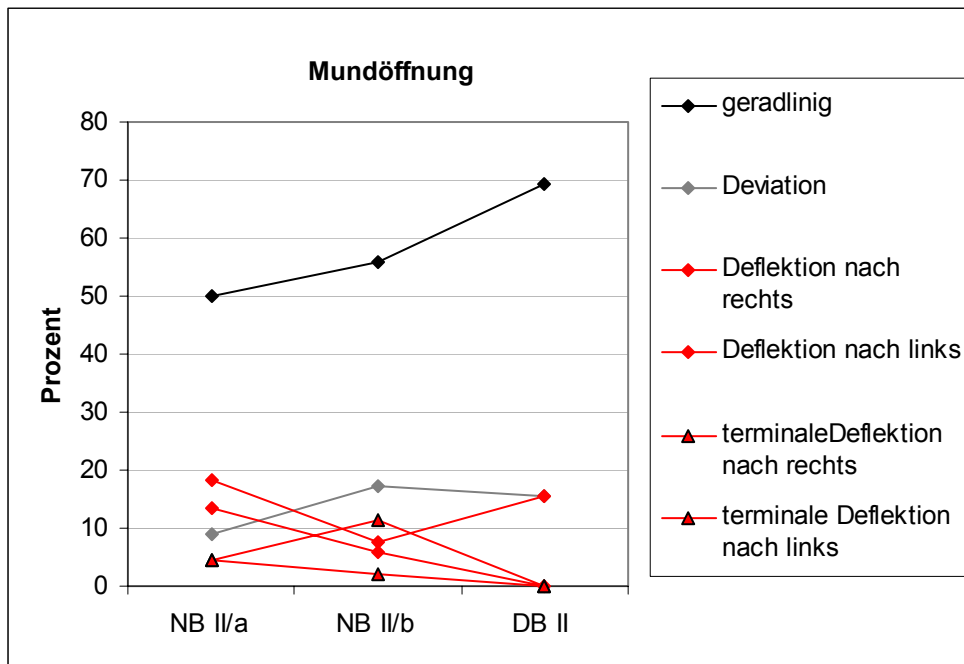


Abb. 16 Trenddarstellung der Mundöffnung der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II

### 3.3. Zusammenfassung der Ergebnisse der klinischen und instrumentellen Funktionsanalyse in Bezug auf kranio-mandibuläre Dysfunktionen (CMD)

Aufgrund der zahlreichen Einzelergebnisse der Funktionsanalyse war es sinnvoll, diese in einem Hilfsschema zu verallgemeinern. Dabei wurden zum Beispiel die einzelnen Befunde der Lippenfunktionsstörungen allgemein mit einer ja / nein Entscheidung zusammengefasst (ja, es sind Symptome von Lippenfunktionsstörungen vorhanden bzw. nein, es sind keine Symptome vorhanden). Mit den Befunden der Zunge, der Gelenke (Druckdolenz, Hypermobilität, Gelenkgeräusche), der Muskulatur, der Mobilität des Unterkiefers (aktive und passive Mundöffnung, Laterotrusion, vorhandene Balancekontakte) und Abweichung von der geraden Mundöffnung wurde entsprechend dem oben aufgeführten Beispiel der Lippenfunktionsstörung in gleichem Maße verfahren. Am Ende der Verallgemeinerung der Daten wurden die Probanden ohne Symptome oder mit 1-2 Symptomen als frei von CMD bezeichnet. Probanden mit 3 und mehr Symptomen wurden als Probanden mit CMD geführt.

Unter diesen Gesichtspunkten wurden in der NB II/a-Gruppe bei 4 Probanden Keine Symptome für CMD diagnostiziert, in der Gruppe NB II/b bei 7 Probanden und in der DB II-Gruppe bei 18 Probanden. Hier zeigte sich, dass die Probanden der *DB II-Gruppe am seltensten Symptome für CMD aufwiesen. Beim Vergleich der Gruppen untereinander wurden gegenüber den Gruppen NB II/a und NB II/b in der Gruppe DB II signifikant häufiger keine Symptome für CMD festgestellt.*

Betrachtete man die Untergruppen der NB II/b-Probanden, so war ersichtlich, dass die Untergruppe DB I $>1/2$  geringfügig öfter keine Symptome für CMD aufwies, gefolgt von den Gruppen DB I $=1/2$  und DB $<1/2$ . Die Probanden der DB II zeigten in der Untergruppe DB II $<1/2$  geringfügig häufiger keine Symptome für CMD und am wenigsten in der DB II $=1/2$ . *Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Probanden der Untergruppen nicht errechnet werden.*

*Ein und zwei Symptome* für CMD wurden in der NB II/a-Gruppe bei 10 Probanden, in der NB II/b-Gruppe bei 18 Probanden und bei einem Probanden der DB II-Gruppe diagnostiziert. *Demnach konnten 1-2 Symptome für CMD häufiger in der NB II/a-Gruppe festgestellt werden, gefolgt von den Probanden der NB II/b und DB II. Beim Vergleich der Gruppen NB II/a und DB II konnten in der Gruppe NB II/a signifikant häufiger 1-2 Symptome diagnostiziert werden. Auch die NB II/b-Gruppe zeigte gegenüber der DB II-Gruppe signifikant häufiger 1-2 Symptome für CMD.*

Die Betrachtung der Untergruppen der NB II/b-Probanden wies nur geringe Unterschiede auf. So konnten in der Untergruppe DB I<1/2 geringfügig häufiger 1-2 Symptome für CMD diagnostiziert werden, gefolgt von den Untergruppen DB I=1/2 und DB I>1/2. Bei den DB II-Probanden konnten nur in der Untergruppe DB II>1/2 1-2 Symptome für CMD diagnostiziert werden. *Ein signifikanter Unterschied wurde beim Vergleich der Untergruppen nicht festgestellt.*

Bei genauer Betrachtung der „1-2 Symptome“ für CMD und ihre Verteilung auf das Probandengut war ersichtlich, dass von den 10 Probanden der NB II/a 9 Mädchen und ein Junge betroffen waren. Die 4 Mädchen mit *einem Symptom* wiesen folgende Merkmale auf: 2 Mädchen hatten Druckdolenzen im Gelenk und je ein Mädchen hatte eine Zungenfehlfunktion und eine Abweichung von der geraden Mundöffnung. Weiterhin wurden 5 Probandinnen mit 2 *Symptomen* ermittelt. Bei diesen konnten 4 Mädchen mit einer Abweichung von der geraden Mundöffnung in Kombination mit je einer Lippenfunktionsstörung, Zungenfunktionsstörung, Hypermobilität und Gelenkgeräusch bei Mundschluss. Bei einer Probandin wurden die Symptome Lippen- und Zungenfehlfunktion diagnostiziert.

Der männliche Proband mit 2 Symptomen zeigte eine Kombination der Symptome Hypermobilität und Gelenkgeräusch bei Mundschluss.

*Es zeichnete sich ab, dass in der Gruppe NB II/a die Abweichung von der geraden Mundöffnung das häufigste Symptom war. Die anderen vorhandenen Merkmale von CMD waren gleichmäßig verteilt.*

Bei den NB II/b-Probanden wurden 18 Probanden mit 1-2 Symptomen für CMD diagnostiziert. Darunter waren 10 Mädchen und 8 Jungen.

Sieben Probanden wiesen nur *ein Symptom* der CMD auf. Von diesen zeigten 5 eine Abweichung von der geraden Mundöffnung. Darunter befand sich eine Probandin. Bei 2 männlichen Probanden wurde die Zungenfehlfunktion als alleiniges Symptom festgestellt.

*Zwei Symptome* wurden bei 11 Probanden ermittelt (2 Jungen, 9 Mädchen). Gelenkgeräusche bei Mundschluss traten bei diesen Probanden (2 Jungen und 5 Mädchen) als häufigste Symptome auf. Bei 3 der Probandinnen stand dieses Symptom im Kombination mit einer Hypermobilität. Ein Junge und ein Mädchen zeigten neben den Gelenkgeräuschen bei Mundschluss auch Gelenkgeräusche bei Kieferöffnung. Weiterhin traten neben den Gelenkgeräuschen bei Mundschluss die Symptome Lippenfehlfunktion (1 Mädchen) und aktive/passive Mundöffnung (1 Junge) auf.

Drei Probandinnen zeigten eine Abweichung von der geraden Mundöffnung in Kombination mit je einer Zungenfehlfunktion, Druckdolenz im Gelenkbereich und Hyperbalancen. Eine Probandin zeigte eine Kombination der Muskelbefunde und aktive/passive Mundöffnung.

*Es zeichnet sich ab, dass die häufigsten Symptome der Gruppe NB II/b eine Abweichung von der geraden Mundöffnung und die Gelenkgeräusche bei Mundschluss waren. Diese beiden Merkmale traten bei keinem Probanden in Kombination auf, sondern in Kombinationen mit den anderen Merkmale von CMD.*

In der Gruppe DB II konnte bei einer Probandin ein Muskelbefund als *alleiniges Symptom* diagnostiziert werden.

Zusammenfassung: *Unter den 1-2 Symptomen von CMD zeichneten sich die Merkmale „Abweichung von der geraden Mundöffnung“ und „Gelenkgeräusche bei Mundschluss“ am häufigsten ab. Die übrigen Merkmale von CMD verteilen sich relativ gleichmäßig.*

*Drei und mehr Symptome der CMD* wurden in der NB II/a-Gruppe bei 8 Probanden (5 Jungen, 3 Mädchen), in der NB II/b-Gruppe bei 27 Probanden (11 Jungen, 16 Mädchen) und in der DB II-Gruppe bei 7 Probanden (0 Jungen, 7 Mädchen) diagnostiziert. *Bei Betrachtung der prozentualen Anteile der einzelnen Gruppen war ersichtlich, dass 3 und mehr Symptome häufiger bei den NB II/b-Probanden auftraten. Im Vergleich zur DB II-Gruppe wurden in der NB II/b-Gruppe signifikant häufiger 3 und mehr Symptome diagnostiziert. Kein signifikanter Unterschied wurde dagegen beim Vergleich der Gruppen NB II/a und NB II/b festgestellt.*

Die Untergruppen der NB II/b-Probanden zeigten eine annähernd gleiche Aufteilung der Probanden mit 3 und mehr Symptomen. Bei den DB II-Probanden waren Unterschiede ersichtlich. So konnten geringfügig häufiger Symptome in der Untergruppe DB II=1/2 diagnostiziert werden und die geringsten Symptome in der Untergruppe DB II<1/2. *Ein signifikanter Unterschied wurde nicht errechnet.*

Bei den NB II/a-Probanden waren die häufigsten CMD-Befunde Hypermobilität, Gelenkgeräusche bei Mundöffnung und Schließung und die Abweichung von der geraden Mundöffnung. Diese Merkmale traten in Verbindung auf und wurden mit den übrigen Symptomen Lippen- und Zungenfehlfunktion, Druckdolenz im Gelenkbereich, aktive bzw. passive Mundöffnung und Hyperbalancen in annähernd gleicher Weise kombiniert.

Die NB II/b- und DB II-Probanden zeigten ebenfalls die Symptome Hypermobilität, Gelenkgeräusche bei Mundöffnung und Schließung und die Abweichung von der geraden Mundöffnung am häufigsten. Auch hier gab es Kombinationen der Merkmale untereinander. Die Probanden zeigten neben den oben angegebenen Merkmalen auch Symptome von Lippen- und Zungenfehlfunktion, Druckdolenz im Gelenkbereich, Muskelbefunde, aktive bzw. passive Mundöffnung sowie Hyperbalancen. Diese Merkmale verteilten sich annähernd gleichhäufig auf die Probanden.

*Zusammenfassung: In den drei Behandlungsgruppen (NB II/a, NB II/b und DB II) ließen sich die Symptome Abweichung von der geraden Mundöffnung, Gelenkgeräusch bei Mundöffnung und Schließung sowie Hypermobilität tendenziell am häufigsten nachweisen. Diese Symptome wurden bei einigen Probanden kombiniert diagnostiziert und standen zusätzlich in Verbindung mit einzelnen Symptomen wie Lippen- und Zungenfehlfunktion, Druckdolenz im Gelenkbereich, Muskelbefunde, aktive bzw. passive Mundöffnung sowie Hyperbalancen. Die Probanden der Gruppe NB II/b zeigten gegenüber den Gruppen NB II/a und DB II geringfügig häufiger 3 und mehr CMD-Symptome. Bei Betrachtung des Geschlechts der Probanden zeigten die Jungen der Gruppe NB II/a etwas öfter 3 und mehr Symptome für CMD, während in den Gruppen NB II/b und DB II die Mädchen häufiger betroffen waren.*

Die Darstellungen der Ergebnisse sich in den Tabellen XXXVI, XXXVII, XXXVIII und der Abbildung 17 ersichtlich.

Die Merkmale Abweichung von der geraden Mundöffnung, Gelenkgeräusche bei Mundöffnung und Schließung treten in den Gruppen „1-2 Symptome“ und „3 und mehr Symptome“ vermehrt auf und sind im Hinblick auf Störungen des CMS höher zu bewerten als die selteneren Symptome (Lippen- und Zungenfehlfunktionen, Muskelbefunde, Druckdolenzen im Gelenkbereich, Okklusion). Treten die oben erwähnten Merkmale als alleiniges Symptom oder in Verbindung mit den seltener vorkommenden Symptomen auf, sind diese als eine Variation der Norm anzusehen und sollten im Hinblick auf den Einfluss auf CMD niedriger bewertet werden.

Kommen die vermehrt vorkommenden Symptome kombiniert vor und stehen zusätzlich mit den selteneren Symptomen in Verbindung, sollten sie im Hinblick auf den Einfluss auf CMD höher bewertet werden. Die seltener auftretenden Symptome sind lediglich Ko-Faktoren.

Bei den selteneren Symptomen haben Muskelbefunde, Druckdolenzen im Gelenkbereich und Okklusionsbefunde mehr Einfluss auf CMD und sind deshalb höher zu bewerten als die Lippen- und Zungenfehlfunktionen.

**Tab. XXXVI CMD der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II**

CMD	NB II/a	NB II/b	DB II
keine Symptome	4	7	18
1-2 Symptome	10	18	1
ab 3 Symptome	8	27	7

**Tab. XXXVII CMD der Probanden NB II/a, NB II/b, DB II und der entsprechenden Untergruppen**

CMD	NB II/a n=22	NB II/b			DB II		
		DB I <1/2 n = 21	DB I =1/2 n = 21	DB I >1/2 n = 10	DB II <1/2 n = 8	DB II =1/2 n = 11	DB II >1/2 n = 7
		keine Symptome	4	2	2	2	7
1-2 Symptome	10	8	7	3	0	0	1
ab 3 Symptome	8	11	11	5	1	5	1

**Tab. XXXVIII CMD und Signifikanzdarstellung der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II**

CMD	NB II/a (n=22)	NB II/b (n=52)	DB II (n=26)	Signifikanz p<0,05		
				NBII/a:NBII/b	NBII/a:DBII	NBII/b:DBII
keine Symptome	4 (18,7%)	7 (13,5%)	18 (69,2%)	n.s.	p<0,05	p<0,05
1-2 Symptome	10 (45,5%)	18 (34,6%)	1 (3,8%)	n.s.	p<0,05	p<0,05
ab 3 Symptome	8 (36,4%)	27 (51,9%)	7 (26,9%)	n.s.	n.s.	p<0,05

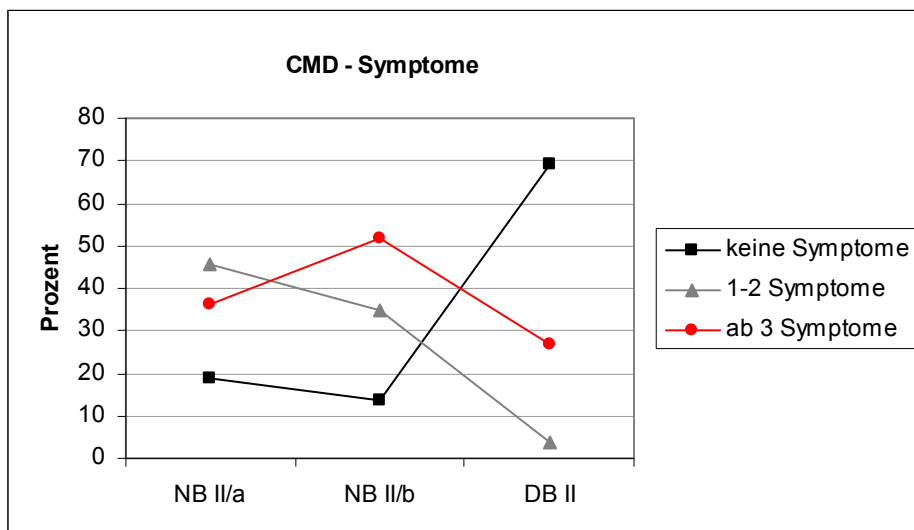


Abb. 17 Tendenzdarstellung der CMD-Symptome der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II

### 3.3.1. Zusammenhang zwischen kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD) und der Bisslageumstellung

Etwa ein Drittel (36%) der Probanden mit KL I-Malokklusion (NB II/a) zeigten Symptome von CMD. Nach der Behandlung einer KL II-Malokklusion in eine Klasse I mit neutraler Kieferbasenrelation (NB II/b) traten CMD-Symptome am häufigsten (52%) auf. Am seltensten wurden CMD-Symptome in der Gruppe DB II diagnostiziert (27%). Diese Probanden zeigten zu Beginn eine KL II-Malokklusion und am Ende eine KL II mit stabil abgestützter Okklusion.

Aus den vorliegenden Ergebnissen dieser Studie lässt sich ableiten, dass in allen drei behandelten Gruppen kranio-mandibuläre Dysfunktionen verbreitet waren. Die häufigsten 1-2 Symptomen wurden bei den NB II/a-Probanden diagnostiziert. Drei und mehr Symptomen waren bei den NB II/b-Probanden am häufigsten. Probanden ohne und mit 1-2 Symptomen gelten als frei von CMD. In den Gruppen NB II/a und DB II wurden 3 und mehr Symptome annähernd gleichhäufig diagnostiziert. Diese Probanden gelten als Patienten mit CMD. *Die 3 und mehr Symptome sind als Erkrankung zu werten. Da diese tendenziell häufiger in der NB II/b-Gruppe auftreten, ist ein Zusammenhang zwischen CMD und der Bisslageumstellung zu vermuten. Es ist jedoch nicht bestimmbar, ob die CMD durch die kieferorthopädische Behandlung induziert wurde, oder ob diese bereits im Ausgangsbefund vorhanden waren.*

Die Behandlung der KL-II-Malokklusion in eine KL I (NB II/b) bei unterschiedlichem Ausmaß der Bisslageumstellung (DB I<1/2, DB I=1/2 und DB I>1/2) zeigte zwischen den Untergruppen keine Unterschiede. Der Anteil der Probanden mit und ohne CMD war in den Untergruppen annähernd gleich groß.

Bei der kieferorthopädischen Behandlung der KL-II-Malokklusion in eine stabil abgestützter Okklusion und distaler Kieferbasenrelation traten ebenfalls CMD auf. Bei genauer Betrachtung der Untergruppen (DB I<1/2, DB I=1/2 und DB I>1/2) wurden CMD unter den DB I=1/2 Probanden der DB II Gruppe geringfügig häufiger diagnostiziert.

*Die Betrachtung der Untergruppen lässt erkennen, dass die Verteilung der CMD (3 und mehr Symptome) annähernd gleich ist. Demzufolge hat der Unterschiedliche Ausprägungsgrad der Rücklage des Unterkiefers ( $DB < 1/2$ ,  $DB = 1/2$ ,  $DB > 1/2$ ) vermutlich weniger Einfluss auf die Entstehung der CMD-Symptome.*

### **3.3.2. Die Abhängigkeit von kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD) vom Geschlecht**

Von den 100 Probanden, die sich aus 59 Mädchen und 41 Jungen zusammensetzen, lassen sich 71 Probanden mit CMD-Symptomen eruieren. Es war zu erkennen, dass geringfügig mehr Symptome bei den Mädchen zu diagnostizieren waren (46 Patientinnen = 78%) als bei den Jungen (25 Patienten = 61%).

*Keine Symptome* zeigten 29 von den 100 Probanden. Diese setzten sich aus 13 Mädchen = 22% und 16 Jungen = 39% zusammen.

Unter den 71 Probanden mit Symptomen konnten 29 mit nur *ein bis zwei Symptome* diagnostiziert werden. Diese wurden als Probanden ohne CMD gewertet. Auch in dieser Gruppe zeigen die Mädchen (20 = 34%) mehr Symptome als die Jungen (9 = 22%).

Die Patienten die *drei und mehr Symptome* zeigten, wurden in eine Gruppe mit CMD zusammengefasst. Es handelt sich dabei um 42 von 71 Probanden. Auch in dieser Gruppe zeichnete sich ab, dass die CMD-Symptome beim weiblichen Geschlecht (Mädchen 26 = 44%, Jungen 16 = 39%) leicht überwogen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass *ein bis zwei Symptome, aber auch drei und mehr Symptome von CMD etwas häufiger bei den Mädchen diagnostiziert wurden. Ein signifikanter Unterschied konnte jedoch zwischen den Jungen und Mädchen nicht ermittelt werden.*

Die Ergebnisse sind in der Tabelle XXXIX und der Abbildung 18 dargestellt.

Tab. XXXIX Verteilung der CMD-Symptome

		ohne Symptome	1-2 Symptome	ab 3 Symptome
NB II/a	ges n=22	4	10	8
	m n=9	3	1	5
	w n=13	1	9	3
NB II/b	ges n=52	7	18	27
	m n=23	4	8	11
	w n=29	3	10	16
DB II	ges n=26	18	1	7
	m n=9	9	0	0
	w n=17	9	1	7

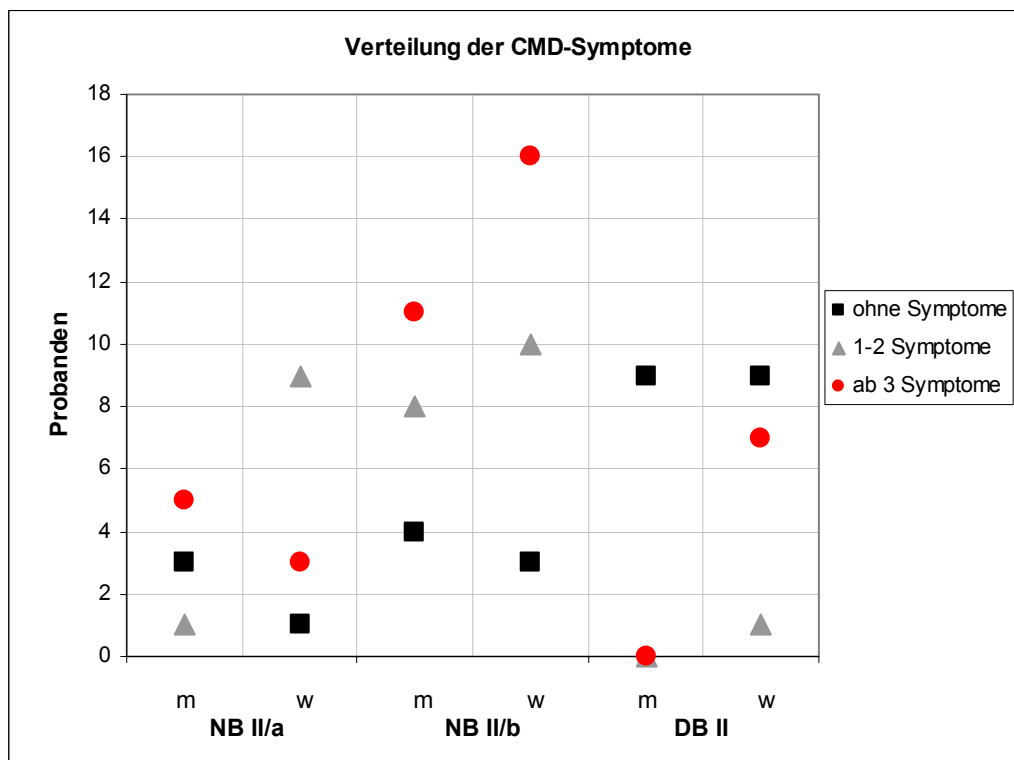


Abb. 18 Trenddarstellung der Verteilung der CMD-Symptome der Probanden NB II/a, NB II/b und DB II

### **3.3.3. Die Altersabhängigkeit der kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD)**

Das durchschnittliche Alter der NB I- und DB I-Probanden zu Behandlungsbeginn betrug  $11,7 \pm 1,9$  Jahre bzw.  $11,4 \pm 1,6$  Jahre. Daraus resultiert, dass die Altersstruktur der zu untersuchenden Gruppen annähernd homogen war. Geringe Unterschiede gab es in den Untergruppen der Probanden DB I.

Die Mädchen der Gruppe DB I $<1/2$  zeigten mit einem etwas niedrigeren Einstiegsalter geringfügig mehr Symptome von CMD nach Abschluss der Behandlung. Das Durchschnittsalter der Probanden der Untergruppe DB I $=1/2$  war ähnlich dem der NB-Gruppe.

Unter den Probanden der DB I $>1/2$  ließ sich erkennen, dass es bei Jungen und Mädchen keinen Zusammenhang gab zwischen der Zunahme des Alters zu Behandlungsbeginn und der Zunahme von CMD.

Aufgrund der ähnlichen Altersstruktur der Probanden ließ sich ein Zusammenhang zwischen CMD und dem unterschiedlichen Alter zu Behandlungsbeginn nicht sicher eruieren.

#### **4. Diskussion**

Kraniomandibuläre Dysfunktionen sind multifaktoriell bedingt und können mit einer Vielzahl pathologischer und funktioneller Veränderungen des Kiefergelenkes, der Kaumuskulatur und der umgebenden Gewebe einhergehen. Deshalb ist die Diagnostik kompliziert und es verwundert nicht, dass es in der Literatur sehr unterschiedliche Auffassungen und Ansätze dazu gibt. Auch ein akzeptables Klassifikationsschema [38] fehlt derzeit. Carlsson und LeResche berichteten, dass in 18 epidemiologischen Studien die Angaben über die CMD-Symptome stark variieren. So werden Werte der CMD von 16% bis 59% bei objektivierbaren Symptomen und 33% bis 86% bei klinischen Anzeichen angegeben. Es ist bekannt, dass die breite Variation hauptsächlich zustande kommt durch die fehlenden allgemeinen Standards für Definition, Methoden der Untersuchung und Darstellung der Ergebnisse. Weder die Präsenz der klinischen Zeichen (Kiefergelenkgeräusche, Empfindlichkeiten der Muskulatur bzw. des Kiefergelenkes) oder die Erhebung des Helkimo-Index weisen zwangsläufig auf eine Erkrankung hin, noch geben sie konkrete Empfehlungen für eine erforderliche Therapie [6].

In der vorliegenden Arbeit ist versucht worden, die Symptome der CMD in einem System so zu ordnen, dass die Beurteilung einer Erkrankung und gegebenenfalls eine Behandlung ermöglicht wird. Die Symptome der klinischen Funktionsanalyse wurden deshalb numerisch erfasst, so dass Probanden ohne und mit 1-2 Symptomen als frei von CMD, Probanden die 3 und mehr Symptome als Probanden mit CMD eingestuft wurden.

#### 4.1. Lippen- und Zungenfehlfunktion

Die Lippen- und Zungenfehlfunktionen traten bei der Untersuchung relativ selten auf. Sie wurden in der NB II/a-Gruppe gegenüber den NBII/b- und DBII-Gruppen tendenziell häufiger diagnostiziert. Folgende Parafunktionen konnten bei den Probanden diagnostiziert werden:

- inkompetenter Lippenschluss,
- Lippenbeißen,
- Mentalisaktivität,
- interdentale Lage der Zunge beim Schlucken,
- Zungenpressen und
- Zahnimpressionen auf der Zunge.

Bereits Angle [1] und Rix [70] beschrieben in ihrer Literatur den Einfluss von Parafunktionen der Lippen und Zunge auf die Stellung der Zähne. Mew [50] und Mohlin [52] griffen diese Aussagen auf und untersuchten den Zusammenhang in bezug auf die Entstehung von CMD. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass CMD-Patienten häufig ein abnormes Funktionsmuster der Muskulatur aufweisen. So kann z.B. durch Wangensaugen ein lateraler Kreuzbiss entstehen, der zu Gleithindernissen bei Laterotrusion oder Zwangsführung bei habitueller Okklusion führen kann.

In der vorliegenden Arbeit zeigten die Probanden nach der abgeschlossenen kieferorthopädischen Behandlung keine Zwangsführungen oder Gleithindernisse der Okklusion. Wie oben schon erwähnt, wurden die Lippen- und Zungenfehlfunktionen in der Gruppe NB II/a geringfügig häufiger diagnostiziert. Da in der Anfangsdiagnostik festzustellen war, dass die Lippen- und Zungendysfunktionen zu Beginn der kieferorthopädischen Behandlung in der Distalbissgruppe häufiger auftraten als in der Neutralbissgruppe, sind die Ergebnisse der NB II/b- und DB II-Probanden positiver zu bewerten. Durch die

kieferorthopädische funktionelle Therapie dieser Probanden war u.a. die Funktion der Lippen und der Zunge positiv stimuliert worden. Trotzdem hatten die Probanden der NB II/b-Gruppe noch am häufigsten 3 und mehr Symptome für CMD.

Daraus resultiert, dass Lippen- und Zungenfehlfunktionen kieferorthopädisch behandelter Patienten in dieser Arbeit wahrscheinlich nur einen geringen Einfluss auf die Entstehung einer CMD hatten.

#### 4.2. Dynamische Okklusionsbefunde

Die Untersuchung der 100 Probanden ließ erkennen, dass bei *Laterotrusion* eine Gruppenführung überwog. Die prozentualen Anteile der einzelnen Gruppen waren ähnlich. Lediglich die DB II-Probanden zeigten gegenüber den NB II/b-Probanden signifikant häufiger eine Gruppenführung bei Laterotrusion nach links. *Hyperbalancekontakte* traten geringfügig häufiger in den Gruppe NB II/a und NB II/b auf. Eine reine frontzahngeführte *Protrusionsbewegung* konnte in allen Untersuchungsgruppen am häufigsten diagnostiziert werden. Abweichungen von dieser traten gehäuft in der Gruppe NB II/a auf.

Keß und Witt [37] führten eine Nachuntersuchung an 26 Probanden mit einem kieferorthopädischen Lückenschluss in der Front und eine Untersuchung an 19 Probanden einer Kontrollgruppe durch. Sie konnten unter den Behandelten und in der Kontrollgruppe häufiger eine Gruppenführung bei Laterotrusion feststellen. In der vorliegenden Arbeit sind die Ergebnisse der Laterotrusion denen der Kontrollgruppe von Keß und Witt ähnlich. Die dabei aufgetretenen Hyperbalancekontakte kamen in ihrer Studie jedoch häufiger vor als in der vorliegenden Arbeit. Möglicherweise ist das unterschiedliche Ergebnis auf die Tatsache zurückzuführen, dass es sich in der Kontrollgruppe von Keß und Witt um kieferorthopädisch unbehandelte Probanden handelte, die allerdings keine

oder nur geringe Fehlbildungen des Gebisses aufwiesen. In der vorliegenden Arbeit wurden alle Probanden kieferorthopädisch behandelt und es wurde versucht ein Okklusionsoptimum einzustellen.

Weiterhin war die Fallzahl der von Keß und Witt untersuchten Probanden geringer als in der vorliegenden Arbeit. Keß und Witt kamen zu dem Schluss, dass die Änderungen der statischen und dynamischen Okklusion das Auftreten von klinischen und instrumentellen nachweisbaren Funktionsstörungen nicht erhöhen.

Clark und Evans [7] beschrieben in ihrer Studie bei kieferorthopädisch behandelten Patienten, dass in der initialen Schließungsphase zu 5% ein Kontakt auf den Eckzähnen der Arbeitsseite auftritt, bei 16% eine Gruppenführung und 51 % hatten Kontakt auf der Nichtarbeitsseite. Bei Laterotrusion von 3 mm zeigten 73% eine reine Eckzahnführung, 3% eine Gruppenführung und 43% zeigten Balancekontakte auf der Nichtarbeitsseite. Die Eckzahnführung und die Balancekontakte traten in ihrer Untersuchung wesentlich häufiger auf als in der vorliegenden Arbeit. Ein Jahr später konnten Clark und Evans eine Zunahme der Gruppenführungen diagnostiziert. Dies kam den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung gleich.

Die Studie von Marin und Rojas [46] zeigte bei ihren Probanden eine große Häufung der CMD-Symptome. Bezugnehmend zu den Angle-Klassifikationen konnte jedoch kein signifikanter Unterschied im Auftreten der Symptome festgestellt werden. Ein Zusammenhang zwischen CMD, Okklusion und vertikalen kephalometrischen Verhältnissen war in ihrer Untersuchung nicht erkennbar.

Auch Marin et al. [46] stellten fest, dass nach einer kieferorthopädischen Behandlung häufiger eine Gruppenführung bei Laterotrusion nach links und rechts und eine reine Frontzahnführung bei Protrusion zu erwarten ist. Des weiteren ist mit gelegentlichen Balancekontakten auf der Nichtarbeitsseite bei Laterotrusion und Gruppenführung bei Protrusion zu rechnen, die sich jedoch nicht allein als auslösender Faktor für CMD äußern müssen.

In der vorliegenden Arbeit konnte ebenfalls kein Zusammenhang zwischen CMD und den noch vorhandenen okklusalen Gleithindernissen (Gruppenführung und Hyperbalancekontakten) festgestellt werden. Demzufolge scheint die Okklusion lediglich ein Ko-Faktor einer CMD zu sein.

### **4.3. Muskelbefunde**

Die Muskulatur zeigte bei den Probanden kaum Hinweis auf Missempfindungen oder Schmerzen. Tendenziell wurden die Symptome in der Gruppe NB II/b am häufigsten diagnostiziert. In der NB II/a-Gruppe wurden keine Missempfindungen bzw. Schmerzen diagnostiziert.

Aus diesen Ergebnissen lässt sich schlussfolgern, dass ein Zusammenhang zwischen dem Grad der Bisslageumstellung und dem Auftreten von Symptomen zu vermuten ist. Allerdings ist zu erwähnen, dass die Probanden, die unmittelbar nach der Schule zu Nachuntersuchung erschienen, häufiger Verspannungen und Missempfindungen der Muskulatur aufwiesen. Somit scheinen Stress und die psychische Belastbarkeit eine wichtige Rolle bei der Entstehung von muskulären Symptomen zu spielen. Dies sollte bei der Untersuchung berücksichtigt werden.

Bei den Probanden dieser Arbeit konnten ähnliche Werte (8%) von Muskelschmerzen bzw. Missempfindungen gefunden werden wie bei Keß und Witt [37].

Pahkala [61] konnte Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen diagnostizieren. In seiner Studie zeigten Mädchen häufiger palpatorisch ausgelöste Schmerzen der Muskulatur und Symptome bei der Bewegung des Unterkiefers. In der vorliegenden Arbeit konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Jungen und Mädchen festgestellt werden.

Pilley et al. [64] diagnostizierten eine Zunahme von Muskelsymptomen unter den älteren untersuchten Probanden. Da Differenzen des Probandenalters in der vorliegenden Studie sehr klein waren (Nachkontrolle mit 15-18 Jahre), sind Aussagen über einen Zusammenhang zwischen einem zunehmenden Alter der Probanden und Muskelsymptomen nicht möglich. Für signifikante Aussagen sollten Probanden in verschiedenen Altersgruppen untersucht werden.

Henrikson und Nilner [26, 27] fanden bei Probanden der Angle-Klasse II mit kieferorthopädischer Behandlung die geringste Schmerzsymptomatik bei Palpation der Muskulatur. Dies konnte in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden. Die Probanden der Gruppe NB II/b zeigten tendenziell häufiger Schmerzsymptome als die Probanden der NB II/a und DB II. Allerdings konnten Henrikson und Nilner, wie in der vorliegenden Untersuchung, eine Zunahme von Verspannungen der Muskulatur unter den Probanden der Angle-Klasse II mit kieferorthopädischer Behandlung feststellen.

Aus der Literaturrecherche und den Ergebnissen dieser Arbeit lässt sich bedingt ableiten, dass nach einer kieferorthopädischen Behandlung die Probanden mit einer Klasse II- Malokklusion zu Beginn der Behandlung und einer Klasse I- Okklusion am Ende der Behandlung häufiger Missempfindungen bzw. Schmerzsymptome hatten. Ein Zusammenhang zwischen CMD, der Bisslageumstellung und der Muskulatur ist demnach nicht auszuschließen. Stress und Psyche sollten bei der Beurteilung jedoch nicht außer acht gelassen werden.

#### 4.4. Palpable Gelenkbefunde

Alle Probanden gaben bei der Palpation der Kiefergelenke annähernd gleichhäufig *Druckdolenzen* im Gelenkbereich rechts und links an.

Gleiches gilt für die „palpablen“ *Gelenkgeräusche*. Allerdings liegen hier die prozentualen Werte in allen drei Gruppen wesentlich höher als bei der Betrachtung der Druckdolenzen. Es ist nicht verwunderlich, dass bei der Nachuntersuchung mehr palpable Gelenkbefunde diagnostiziert wurden, als Druckdolenzen im Gelenk vom Patienten angegeben wurden. Da die vorhandenen Gelenkgeräusche nicht immer pathologisch sind und demzufolge keine Beschwerden verursachen, bleibt dieses Symptom vom Patienten häufig unbemerkt.

Die *Reibegeräusche* konnten im rechten und linken Kiefergelenk bei Mundöffnung und Schließung mit ähnlichen Werten diagnostiziert werden. In der Gruppe der DB II traten bei Öffnung und Schließung tendenziell häufiger Symptome auf, gefolgt von den Probanden der Gruppen NB II/b und NB II/a.

Die *Knackgeräusche* traten rechts und links bei Mundöffnung und Schließung in den einzelnen Gruppen ähnliche häufig auf. Die niedrigsten prozentualen Werte wurden bei den NB II/a Probanden und eine höhere, aber annähernd gleiche Häufigkeit in den Gruppen der NB II/b und DB II diagnostiziert. Auch bei Mundschluss zeigten die NB II/b- und DB II-Probanden geringfügig mehr Knackgeräusche, mehr links als rechts.

In der vorliegenden Untersuchung wurden häufiger Reibe- und Knackgeräusche diagnostiziert als in der Studie von Hensel [28], in der kaum Geräusche durch ein Kontaktmikrofon aufgezeichnet wurden. Es ist in dieser Arbeit zu berücksichtigen, dass die Befunde mittels Minimikrofon diagnostiziert wurden, deren Schwellenwert bei 20 dB lag. Die Befunde der vorliegenden Arbeit wurden mit Hilfe eines Stethoskops erhoben. So konnten Fehler durch Hautkontakte

nicht ausgeschlossen werden. Ein Unterschied zwischen Mundöffnung und Schließung konnte wie bei Hensel nicht festgestellt werden.

Die Studie von Keß und Witt [37] zeigte ähnliche prozentuale Werte für Gelenkknacken (23% der ehemaligen behandelten Patienten, 11% der unbehandelten Kontrollgruppe) wie in der vorhandenen Arbeit. Auch hier trat dieses Symptom auf der linken Seite häufiger auf als auf der rechten Seite.

In einer Untersuchung von Motegi [53] wurden bei 7337 Kindern im Alter von 6-18 Jahren bei 97,2% Kiefergelenksgeräusche diagnostiziert. Dieses erscheint sehr hoch, und eventuelle Verfälschungen in der Messung durch Hautbewegungen sind möglich. Jedoch verdeutlicht diese Studie und viele andere, wie die von Wadhwa [87], dass Gelenkgeräusche in der Bevölkerung weit verbreitet sind. Sie werden bei einigen Autoren als Variation der Norm angesehen und sollten nicht anders beurteilt werden als Geräusche in anderen Gelenken [20, 23, 84, 85].

Henrikson und Nilner [26, 27] diagnostizierten in einer erneuten Nachuntersuchung von Probanden vorangegangener Studien häufiger akustische und palpable Bewegungsstörungen als in ihren früheren Untersuchungen. Hier wird deutlich, dass die Gelenkgeräusche im Laufe des Lebens zunehmen können.

Ein Zusammenhang zwischen den palpablen Gelenkbefunden und CMD konnte nicht eindeutig nachgewiesen werden. Die Gelenkgeräusche treten sowohl bei Probanden mit CMD als auch bei Probanden ohne CMD auf. Sie sollten deshalb nicht überbewertet werden. Die Probanden, die bei der Untersuchung mehr palpable Bewegungsstörungen zeigten, hatten weniger als „3 und mehr Symptome“ von CMD.

#### 4.5. Mobilität des Unterkiefers

Aus den gemessenen Durchschnittswerten für die aktive und passive maximale Mundöffnung lässt sich tendenziell eine Abnahme der Werte mit Zunahme der Dysgnathie erkennen. Die geringfügig größeren Werte waren in der NB II/a-Gruppe zu finden (Mundöffnung aktiv  $\bar{x} = 49,1$  mm, passiv  $\bar{x} = 52,1$  mm). Bei den Klasse-II-Probanden war die maximale Mundöffnung etwas kleiner (NB II/b aktiv  $\bar{x} = 47,5$  mm, passiv  $\bar{x} = 50,2$  mm; DB II aktiv  $\bar{x} = 46,1$  mm, passiv  $\bar{x} = 48,3$  mm). Auch wenn die gemessenen Durchschnittswerte der maximalen Mundöffnung in den einzelnen Probandengruppen geringfügig unterschiedlich waren, lagen alle Werte innerhalb der ermittelten Messwerte der Studien von Hensel [28] und Witt und Keß [89]. Die ermittelten Werte gelten nach den Bewertungsmaßstäben des klinischen Dysfunktionsindex nach Helkimo [24] als unauffällig.

Betrachtet man die Overbitewerte am Ende der Behandlung, so war ersichtlich, dass die Werte der Gruppen NB II/a ( $\bar{x} = 2,3$  mm) und NB II/b ( $\bar{x} = 2,7$  mm) dicht beieinander lagen. Der Overbite der DB II-Probanden war geringfügig größer ( $\bar{x} = 3,9$  mm). Trotz der minimalen Unterschiede liegen die Overbitewerte aller drei Gruppen im Bereich der Norm. Ein Zusammenhang zwischen einer verminderten maximalen Mundöffnung mit Zunahme des Dysgnathiegrades und der unterschiedlichen Overbitewerte der Gruppen NB II/a, NB II/b und DB II ist nicht unmittelbar erkennbar.

Die Differenzen aus aktiver und passiver Mundöffnung waren unter den Gruppen annähernd gleich. Somit konnte festgestellt werden, dass eine kieferorthopädische Behandlung mit und ohne Bisslageveränderung keinen bzw. nur geringen Einfluss auf das end feel der Kiefergelenke und somit auch auf CMD hatte.

In einer Untersuchung von Henrikson und Nilner [26, 27] zeichnete sich ab, dass die Schmerzsymptomatik bei maximaler Mundöffnung unter den Probanden der Klasse II mit kieferorthopädischer Behandlung die wenigsten Symptome zeigte.

Dies konnte in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden. Die Probanden der NB II/b zeigten geringfügig häufiger Schmerzsymptome als die Probanden der NB II/a und DB II.

Die maximale Laterotrusionsbewegung nach rechts und links zeigte eine minimale Zunahme der Durchschnittswerte mit steigendem Dysgnathiegrad. Die geringsten Werte konnten in der NB II/a-Gruppe diagnostiziert werden (rechts 9,1mm, links 9,7mm). Die Werte der NB II/b (rechts 10,3mm, links 10,1mm) und DB II (rechts und links 10,3mm) lagen nur geringfügig über denen der Gruppe NB II/a. Alle Werte der Laterotrusionbewegung lagen innerhalb der Norm. Die geringfügig größeren Werte in den Gruppen NB II/b und DB II lassen vermuten, dass das Gelenkspiel nach lateral minimal zunimmt.

Angaben über Missempfindungen oder Schmerzen bei Laterotrusion nach rechts und links konnten in der Literaturrecherche dieser Arbeit nicht ermittelt werden. Da in der vorliegenden Untersuchung keiner der Probanden Missempfindungen oder Schmerzen bei Laterotusion angab und diese auch in der Literatur nicht weiter beschrieben werden, ist anzunehmen, dass anderen Studien ähnliche Resultate ergäben.

Die am häufigsten resultierende Mundöffnungsbewegung war die geradlinige, gefolgt von der Deflektion nach links, der Deviation und der terminalen Deflektion nach links. Die Gruppen NB II/a und NB II/b zeigten öfter eine Abweichung von der geraden Öffnungsbewegung als die DB II-Gruppe. Probanden, deren Mundöffnung von der geradlinigen abwich, hatten vermehrt eine Seitabweichung nach links. Ähnliches konnte auch den Untersuchungen von Hensel [28] und Jähnichen [32] entnommen werden.

Ein Zusammenhang zwischen CMD und einer Abweichung von der geraden Mundöffnung lässt sich nicht sicher nachweisen. Lediglich die Deviation und die terminale Deflektion nach links lassen sich geringfügig häufiger in der

NB II/b-Gruppe diagnostizieren, also in der Gruppe mit den häufigsten 3 und mehr Symptomen von CMD.

Die muskulär geführte Mundöffnung und Schließung unterliegt wahrscheinlich mehr Veränderungen als die okklusionsgeführte Protrusion oder Laterotrusion. Sie kann somit ein sensibler Indikator für funktionelle Veränderungen sein. Durch die muskuläre Führung des Unterkiefers unterliegt die Öffnungs- und Schließbewegung größeren Variationen und ist weniger reproduzierbar [90].

#### **4.6. Kraniomandibuläre Dysfunktionen (CMD)**

##### **4.6.1. Zusammenhang zwischen CMD und der Bisslageumstellung**

McNamara [48, 49] und Türp [85] führten eine Medline-Recherche durch, in der Zusammenhänge von kieferorthopädischer Behandlung und CMD gesucht wurden. Sie kamen zu der Schlussfolgerung, dass eine in der Jugend durchgeführte kieferorthopädische Behandlung das Risiko nicht erhöht, später CMD zu entwickeln. Auch die Art und Weise, wie die Behandlung durchgeführt wurde, ließ kein erhöhtes Risiko erkennen. Aus der vorliegenden Arbeit ist ersichtlich, dass CMD-Symptome auch nach kieferorthopädischer Behandlung auftreten. Es konnten auch keine Aussagen darüber getroffen werden, ob vor der Behandlung Symptome von CMD vorlagen. Im Gegensatz zu McNamara und Türp zeichnete sich ab, dass die Probanden, die zu Beginn der Behandlung eine KL II-Malokklusion und nach erfolgter kieferorthopädischen Behandlung eine KL I aufwiesen (NB II/b), häufiger 3 und mehr Symptome von CMD zeigten. Somit kann ein Zusammenhang von CMD und der Bisslageumstellung nach dieser Untersuchung nicht ausgeschlossen werden.

Die Untersuchungen von Smith und Freer [79] und Wadhwa et al. [87] konnten ebenfalls wie McNamara und Türp keinen Zusammenhang zwischen CMD und einer kieferorthopädischen Behandlung feststellen.

Nach Hirata et al. [30] konnten bei 102 Patienten signifikante Unterschiede CMD vor und nach der Behandlung nicht festgestellt werden. Kiefergelenksgeräusche waren in den Studien die häufigsten subjektiven Befunde.

Auch Henrikson und Nilner [25, 26, 27] registrierten bei allen Probanden vor und nach der Untersuchung Symptome von CMD. Sie untersuchten Probanden mit einer Klasse-II-Anomalie und erfolgter kieferorthopädischer Behandlung, Probanden mit Klasse II ohne Behandlung sowie eine Neutralgruppe ohne kieferorthopädische Behandlung. Die Probanden der Klasse II nach kieferorthopädischer Behandlung und der Neutralgruppe zeigten in ihrer Studie weniger Merkmale von CMD. Dagegen nahmen die Symptome in der unbehandelten Klasse II zu. Die Gruppe der behandelten Klasse II-Patienten zeigte jedoch mehr Symptome von CMD als die Neutralgruppe.

In der vorliegenden Untersuchung wurden zwar alle Patientengruppen kieferorthopädisch behandelt, es zeigte sich jedoch auch hier, dass die behandelte Klasse II mehr Symptome von CMD aufwies als die behandelte Neutralbissgruppe, eine ähnliche Aussage wie die von Henrikson und Nilner.

In einer weiteren Analyse der Daten der oben genannten Untersuchung von Henrikson und Nilner [26, 27] zeichnete sich ab, dass bei allen untersuchten Gruppen die klinischen Merkmale von CMD zur Nachuntersuchung zunahmen. Die Neutralgruppe zeigte in ihrer Studie die wenigsten Anzeichen von CMD.

Auch die Untersuchung von Pahkala [61] ließ erkennen, dass zwar CMD in verschiedensten Variationen im jugendlichen Alter auftraten, diese aber nicht immer als pathologisch zu werten waren und als eine Variation der Norm betrachtet werden sollten. Zu gleichen Schlüssen kamen Türp et al. [85] und Collett et al. [8]. In Bezug auf die kieferorthopädische Behandlung entstanden die Kiefergelenksgeräusche unabhängig von einer Behandlung und konnten

dementsprechend auch wieder verschwinden [22, 59, 66, 85]. Sie ließen sich jedoch nur selten durch eine kieferorthopädische Behandlung korrigieren.

Pilley et al. [64] führte eine Langzeituntersuchung zwischen den Jahren 1981 bis 1989 durch. Zu Beginn seiner Studie betrug das Durchschnittsalter seiner Probanden 12 Jahre. Diese wurden auch kieferorthopädisch behandelt. Im Abstand von fünf Jahren führte Pilley et al. zwei Nachuntersuchungen durch. So blieben von den anfänglich 1018 Probanden insgesamt 456 im Jahr 1989 übrig. Schlussfolgernd beschreiben sie, dass im Alter zwischen 12 und 15 Jahren die CMD zunahm (besonders die Beeinträchtigung der Kiefergelenksfunktion und Kopfschmerzen). Im Alter zwischen 15 und 19 Jahren nahmen die CMD kontinuierlich bei den Mädchen zu.

Mew [50] wies in seiner Veröffentlichung darauf hin, dass zeitweise angenommen wurde, dass Patienten im Anschluss an die kieferorthopädische Behandlung häufiger an CMD litten als der Durchschnitt. Bei dieser Äußerung sollte jedoch nicht außer acht gelassen werden, dass die Patienten vor der Behandlung höhere dentale und skelettale Probleme aufwiesen [12, 14]. Die Forschung zeigte allerdings keine signifikante Zunahme der CMD nach einer kieferorthopädischen Behandlung [50], welches durch bereits oben genannte Untersuchungen belegt wurde.

#### **4.6.2. Die Abhängigkeit der CMD vom Geschlecht**

Unter den 100 Probanden wurden 71 Probanden mit CMD-Symptomen diagnostiziert. Bei den Mädchen (46 Patientinnen = 78%) waren die Symptome häufiger zu finden als bei den Jungen (25 Patienten = 61%).

*Keine Symptome* zeigten 29 von den 100 Probanden. Diese setzten sich aus 13 Mädchen = 22% und 16 Jungen = 39% zusammen.

*Ein bis zwei Symptome* wurden bei 29 von 71 Probanden diagnostiziert. Diese wurden als Probanden *ohne CMD* gewertet. In dieser Gruppe zeigten die Mädchen (20 = 34%) häufiger Symptome als die Jungen (9 = 22%).

*Drei und mehr Symptome* zeigten 42 von 71 Probanden (26 Mädchen = 44%, 16 Jungen = 39%). Diese Probanden wurden in eine Gruppe mit CMD zusammengefasst. Die Mädchen wiesen hier etwas mehr Symptome auf als die Jungen.

Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Jungen und Mädchen jedoch nicht ermittelt werden.

Pahkala [61] konnte in bei der Untersuchung des Bewegungsablaufes des Unterkiefers, der Muskulatur und der Palpation der Gelenke feststellen, dass es Unterschiede bei Mädchen und Jungen gab. So traten in seiner Studie die Symptome von CMD bei den Mädchen häufiger auf als bei den Jungen.

Auch Pilley et al [64] und Olsson et al [58] konnten bei Mädchen im Alter zwischen 15 und 19 Jahren häufiger CMD feststellen als bei Jungen.

*Zusammengefasst* lässt sich feststellen, dass „ein bis zwei Symptome“ und „drei und mehr Symptome“ von CMD geringfügig häufiger bei den Mädchen diagnostiziert wurden. „Keine Symptome“ von CMD wurden häufiger bei Jungen diagnostiziert. Durch die Literaturrecherche konnte dieses Ergebnis bestätigt werden.

#### **4.6.3. Die Altersabhängigkeit der CMD**

Die Mädchen der Gruppe DB I<1/2 zeigten mit einem geringfügig niedrigeren Einstiegsalter etwas mehr Symptome von CMD nach Abschluss der Behandlung. Diese Aussage konnte durch das Ergebnis von Pahkala (1996) unterstützt werden. Er stellte in seiner Untersuchung fest, dass bei jüngeren Mädchen häufiger Symptome von CMD auftraten als bei älteren.

Die Probanden mit einem höheren Anfangsalter (14,5 Jahre) zu Beginn der Behandlung zeigten in der Untersuchung von Olsson et al [58] am Ende der Behandlung mehr Symptome als die jüngeren Probanden (Durchschnittsalter 10,9 Jahre). Deng et al. [9] diagnostizierten im jugendlich permanenten Gebiss die häufigsten Symptome von CMD.

Aufgrund des ähnlichen Anfangsalters der Probanden ließ sich in vorliegender Arbeit nicht klären, ob es einen Zusammenhang zwischen dem unterschiedlichen Alter zu Behandlungsbeginn und CMD gab. Nachfolgende Untersuchungen sollten die Altersstruktur zu Beginn der Behandlung breiter fächern.

## **5. Zusammenfassung**

Ätiologie und Pathogenese kranio-mandibuläre Dysfunktionen sind sehr komplex und werden in allen Bereichen der Zahnmedizin kontrovers diskutiert.

In der vorliegenden Arbeit ist untersucht worden, ob es einen Zusammenhang zwischen kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD) und einer abgeschlossenen kieferorthopädischen Behandlung von Klasse I- und Klasse II-Malokklusionen gab und ob Abhängigkeiten zum Ausgangsbefund objektivierbar waren.

Das Probandengut setzte sich aus 100 ehemaligen kieferorthopädischen Patienten mit einer Klasse I- oder II- Malokklusion zusammen, die im Alter von 15–18 Jahren nachuntersucht wurden. Zu ihnen gehörten 59 Mädchen und 41 Jungen.

Die für die Arbeit notwendige klinische und instrumentelle Funktionsanalyse beinhaltete die Untersuchung der Zähne, des Parodontiums, des Kiefergelenkes, der Kaumuskulatur, der Lippen-, Wangen- und Zungenmuskulatur. Durch die Palpation der Muskulatur und der Kiefergelenke wurden Missempfindungen, Schmerzen, Reibe- und Knackgeräusche diagnostiziert. Des Weiteren wurden die Okklusionskontakte der Zähne in statischer und dynamischer Okklusion untersucht und die entsprechenden Ergebnisse mit der instrumentellen Funktionsanalyse verglichen. Die Dokumentation der einzelnen Befunde erfolgte in den Befundbögen 1 und 2 der SHIP.

Eine Zusammenfassung der zahlreichen Befunde der Funktionsanalysen in ein Hilfsschema ermöglichte eine Aussage über eventuell vorhandene CMD. Die Probanden ohne bzw. mit 1-2 Symptomen wurden als frei von CMD geführt und die mit 3 und mehr Symptomen als Probanden mit CMD.

Keine Symptome der CMD wurden bei 29 Probanden (29%) festgestellt.

Diese verteilten sich wie folgt auf die Gruppen:

- 4 Probanden aus NB II/a
- 7 Probanden aus NB II/b und
- 18 Probanden aus DB II.

Beim Vergleich der Gruppen untereinander war ersichtlich, dass die Gruppe DB II signifikant häufiger symptomfrei war als die Gruppen NB II/a und NB II/b.

Ein und zwei Symptome der CMD zeigten ebenfalls 29 Probanden (29%).

Diese teilten sich wie folgt auf:

- 10 Probanden aus NB II/a
- 18 Probanden aus NB II/b und
- 1 Proband aus DB II.

Die Symptome wurden häufiger in der NB II/a-Gruppe festgestellt, beim Vergleich der Gruppen NB II/a und DB II sogar signifikant häufiger. Zu den häufigsten Symptomen der NB II/a-Probanden gehörte die Abweichung von der geraden Mundöffnung. Die übrigen Symptome traten annähernd gleichmäßig verteilt auf. In der Gruppe NB II/b zeichnete sich ein Trend dahingehend ab, dass die häufigsten Symptome die Abweichung von der geraden Mundöffnung und die Gelenkgeräusche bei Mundschluss waren. Diese beiden Merkmale traten bei keinem der Probanden kombiniert auf. Die übrigen ermittelten Symptome verteilten sich relativ gleichmäßig. In der Gruppe DB II wurde bei einem Probanden ein Muskelbefund als alleiniges Symptom diagnostiziert.

Drei und mehr Symptome einer CMD wurden bei 42 Probanden diagnostiziert. Die Probanden verteilen sich wie folgt auf die Gruppen:

- 8 Probanden aus NB II/a
- 27 Probanden aus NB II/b und
- 7 Probanden aus DB II.

Bei Betrachtung der prozentualen Anteile der einzelnen Gruppen war ersichtlich, dass 3 und mehr Symptome für CMD häufiger unter den NB II/b-Probanden auftraten. Im Vergleich zur DB II-Gruppe wurden in der

NB II/b-Gruppe signifikant häufiger 3 und mehr Symptome diagnostiziert. Dagegen wurde im Vergleich zur NB II/a-Gruppe kein signifikanter Unterschied festgestellt.

Die häufigsten Symptome waren Abweichung von der geraden Mundöffnung, Gelenkgeräusche bei Mundöffnung und Schließung sowie Hypermobilität. Diese Symptome traten bei einigen Probanden in Kombination auf und standen zusätzlich in Verbindung mit einzelnen Symptomen wie Lippen- und Zungenfehlfunktion, Druckdolenz im Gelenkbereich, Muskelbefunde, aktive bzw. passive Mundöffnung und Hyperbalancen.

Nach Auffassung der vorliegenden Arbeit können 58% kieferorthopädisch behandelter Patienten als frei von CMD bezeichnet werden, da sie keine oder nur 1-2 Symptome aufwiesen.

Zu den häufigsten 1-2 Symptomen zählten Abweichung von der geraden Mundöffnung und die Gelenkgeräusche bei Mundschluss. Da es sich dabei um Patienten ohne CMD handelt, wurden die Geräusche nicht anders bewertet, als Gelenkgeräusche in anderen Gelenken. Auch die Abweichung von der geraden Mundöffnung sollte als eine Variation der Norm angesehen werden. Durch die muskuläre Führung des Unterkiefers unterliegt die Öffnungs- und Schließbewegung größeren Schwankungen und ist weniger reproduzierbar.

Erst das Auftreten mehrerer Symptome gibt einen Hinweis auf eventuell vorhandene CMD und sie sollten dann in ihrer Wertigkeit einen höheren Stellenwert einnehmen. Die Probanden, die in der vorliegenden Arbeit als Probanden mit CMD geführt wurden (42%), zeigten als häufigste Symptome Abweichungen von der geraden Mundöffnung, Gelenkgeräusche bei Mundöffnung und Schließung sowie Hypermobilität.

## **5.1. Funktionelle Parameter *ohne* Auswirkungen auf das kranio-mandibuläre System (CMS)**

### a) Lippen- und Zungenfehlfunktion

Die häufigsten Lippen- und Zungenfunktionsstörungen traten bei den Probanden der Gruppe NB II/a auf, weniger bei Probanden der Gruppen NB II/b und DB II. Die meisten CMD-Symptome wurden jedoch bei den NB II/b-Probanden diagnostiziert. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass ein Zusammenhang zwischen CMD und Lippen- und Zungenfehlfunktionen bei kieferorthopädisch behandelten Patienten nur bedingt zu vermuten ist.

### b) Okklusionsbefunde

Nach der kieferorthopädischen Behandlung konnte bei allen Probanden gehäuft eine Gruppenführung bei Laterotrusion nach links und rechts sowie eine reine Frontzahnführung bei Protrusion festgestellt werden. Diese stellen kein erhöhtes Risiko dar, an CMD zu erkranken. Gelegentlich aufgetretene Balancekontakte auf der Nichtarbeitsseite bei Laterotrusion und Gruppenführung bei Protrusion lassen auch kein unmittelbares Risiko erkennen, an CMD zu erkranken.

### c) Druckdolenz und palpable Bewegungsstörungen

Druckdolenzen und palpable Bewegungsstörungen wurden in den Gruppen NB II/a, NB II/b und DB II rechts und links mit etwa gleichen Werten diagnostiziert. Häufiger als Druckdolenzen wurden jedoch palpable Bewegungsstörungen festgestellt. Es ist zu vermuten, dass palpable Gelenkbefunde weniger ein Anzeichen einer CMD sind, da die Befunde in allen drei Gruppen zu etwa gleichen Werten auftreten und diese häufig vom Patienten unbemerkt bleiben. Sie sollten als eine Variation der Norm angesehen werden.

## **5.2. Funktionelle Parameter *mit* Auswirkung auf das kranio-mandibuläre System (CMS)**

### a) Muskelbefunde

Die Palpation der Muskulatur zeigte in der NB II/b-Gruppe geringfügig häufiger Schmerzsymptome als in den Gruppen NB II/a und DB II. Da in der NB II/b-Gruppe auch am häufigsten 3 und mehr Symptome der CMD festgestellt wurden, lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Bisslageumstellung, muskulären Reaktionen und CMD vermuten.

### b) Reibe- und Knackgeräusche

Reibe- und Knackgeräusche kamen bei den Probanden der DB II-Gruppe häufiger vor, als in den NB II/b- und NB II/a- Gruppen. Die Gelenke der DB II standen vor und nach der Behandlung möglicherweise in einer eher retralen Position, sodass die bilaminäre Zone der Gelenke eingeengt wurde und sich das Risiko an CMD zu erkranken erhöhte.

Bei Betrachtung der „3 und mehr Symptome“ wurden die Gelenkgeräusche bei Mundöffnung und Schließung in allen drei Gruppen als häufigstes Merkmal diagnostiziert. Da die NB II/b-Probanden öfter 3 und mehr Symptome von CMD zeigten als die übrigen Gruppen, kann ein Zusammenhang zwischen Bisslageumstellung und Geräuschen bei Mundöffnung und Schließung nicht ausgeschlossen werden. Behandlungsmethode und Alter der Probanden zu Behandlungsbeginn müssen aber berücksichtigt werden.

c) Mobilität des Unterkiefers

Die Mobilität des Unterkiefers ist bei Probanden der NB II/a-Gruppe geringfügig größer. Das gilt sowohl für die passive als auch für die aktive Mundöffnung. Hieraus kann geschlussfolgert werden, dass in den Gruppen NB II/b und DB II vermutlich ein geringeres Gelenkspiel bei maximaler Mundöffnung vorhanden ist, welches wiederum mit der Bisslageumstellung der NB II/b-Probanden und des noch vorhandenen Distalbisses der DB II-Probanden zusammenhängen kann. Alle Werte der Mundöffnung weichen jedoch kaum von der Norm ab.

Bei der Laterotrusion nach rechts und links zeigte es sich, dass das Gelenkspiel von der Gruppe NB II/a zur Gruppe DB II etwas zunahm. Annähernd gleiche Werte für die Laterotrusion konnten bei den Probanden der Gruppen NB II/b und DB II diagnostiziert werden. Ursache hierfür könnte die funktionelle Therapie sein, bei der die Muskulatur und der Bandapparat einem langanhaltenden Stretching unterlag.

**5.3. Kraniomandibuläre Dysfunktionen (CMD) sind abhängig von der Bisslageumstellung**

Aus den Ergebnissen dieser Arbeit ist ersichtlich, dass in der Gruppe NB II/b zu 52% drei und mehr Symptome von CMD auftraten. Dagegen zeigten die Gruppen NB II/a (36%) und DB II (27%) weniger Symptome. Es ist zu vermuten, dass temporär eine Bisslageumstellung Symptome einer CMD auslösen kann.

#### **5.4. Kraniomandibuläre Dysfunktionen (CMD) sind nicht eindeutig altersabhängig**

Aufgrund des ähnlichen Alters zu Beginn der kieferorthopädischen Therapie lassen sich Zusammenhänge zwischen dem Alter und CMD nicht eindeutig nachweisen. Jedoch konnte aus der Literaturrecherche und den Ergebnissen der Arbeit beobachtet werden, dass Probanden mit einem höheren Anfangsalter zu Beginn der Behandlung eher zu CMD neigen.

#### **5.5. Kraniomandibuläre Dysfunktionen (CMD) sind abhängig vom Geschlecht**

In dieser Arbeit waren CMD häufiger bei den Mädchen (46 = 78%) vorhanden als bei Jungen (25 = 61%).

„Keine“ Symptome von CMD zeigten 29 von den 100 Probanden. Diese setzten sich aus 13 Mädchen = 22% und 16 Jungen = 39% zusammen.

„Ein bis zwei“ Symptome wurden bei 29 von 71 Probanden diagnostiziert. Diese wurden als Probanden ohne CMD gewertet. In dieser Gruppe zeigten die Mädchen (20 = 34%) ebenfalls mehr Symptome als die Jungen (9 = 22%).

„Drei und mehr“ CMD-Symptome konnten bei 42 Probanden (26 Mädchen = 44%, 16 Jungen = 39%) ermittelt werden. Diese Probanden wurden in eine Gruppe mit CMD zusammengefasst. Die Mädchen wiesen hier ebenfalls mehr Symptome auf als die Jungen.

Die Betrachtung der Dysgnathiegruppen zeigte deutlich einen Unterschied zwischen Mädchen und Jungen im Auftreten von CMD. Sie sind vermutlich vom Geschlecht abhängig.

## **6. Hypothesenbeantwortung**

### **6.1. Eine kieferorthopädische Behandlung von Klasse-I-Anomalie in eine Klasse I mit neutraler Kieferbasenrelation vermindert das Risiko, an kranio-mandibulären Dysfunktionen zu erkranken.**

Bei 22 Probanden der Neutralbissgruppe II/a waren 8 Probanden = 36 % (5 Jungen, 3 Mädchen) mit 3 und mehr Symptomen einer CMD zu finden. Dagegen traten bei 14 Probanden (64%) keine bzw. nur ein bis zwei Symptome auf. Hieraus lässt sich ableiten, dass auch Klasse-I-Anomalien bzw. ihre Therapie in der Ätiologie einer CMD beachtet werden sollten. Der prozentuale Anteil der Probanden ohne CMD (64%) war größer, als in den Untersuchungsgruppen NB II/b und DB II.

### **6.2. Eine kieferorthopädische Behandlung von Klasse-II-Malokklusion zu einer Klasse I mit neutraler Kieferbasenrelation vermindert das Risiko, an kranio-mandibulären Dysfunktionen zu erkranken.**

Bei der kieferorthopädischen Behandlung von einer KL-II-Malokklusion in eine KL-I-Okklusion (NB II/b) mit neutraler Kieferbasenrelation traten CMD in den einzelnen Dysgnathiegruppen unterschiedlich auf.

So waren in der Gruppe NB II/b fast gleich viele Probanden mit (27 Probanden = 52%) und ohne CMD-Symptome (25 Probanden = 48%). Bei genauerer Betrachtung der einzelnen Untergruppen (DB I<1/2, DB I=1/2, DB I>1/2) verteilten sich die Probanden mit und ohne CMD-Symptome gleichmäßig.

Im Vergleich zur Gruppe NB II/a war hier der Anteil an Patienten mit Symptomen einer CMD jedoch deutlich größer.

**6.3. Eine kieferorthopädische Behandlung von einer Klasse-II-Malokklusion zu einer stabil abgestützter Okklusion und distaler Kieferbasisrelation vermindert das Risiko, an kranio-mandibulären zu erkranken.**

Die kieferorthopädische Behandlung einer Klasse-II-Malokklusion ohne Erreichung der Klasse I mit stabil abgestützter Okklusion verhinderte nicht das Entstehen von CMD, jedoch war die Zahl der Probanden mit CMD (27%) geringer als die Zahl der Probanden ohne CMD (73%).

**6.4. Das Auftreten von kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD) ist abhängig vom Geschlecht**

Ein bis zwei Symptome einer CMD konnten bei 29 Probanden (20 Mädchen = 34%, 9 Jungen = 22%) diagnostiziert werden. Drei und mehr Symptome zeigten 42 von 71 Probanden (26 Mädchen = 44%, 16 Jungen = 39%). Aus den Ergebnissen der Untersuchung und der Literaturrecherche war ersichtlich, dass es einen Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und CMD gab. Mädchen zeigten häufiger Symptome einer CMD als Jungen. Ein signifikanter Unterscheid konnte jedoch nicht ermittelt werden.

**6.5. Das Auftreten von kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD) ist altersabhängig**

Aufgrund des ähnlichen Alters der Probanden zu Beginn der Therapie, ließ sich ein Zusammenhang zwischen Alter, Behandlungsbeginn und CMD keine eindeutige Aussage treffen. Aus der Literaturrecherche war jedoch ein Trend dahingehend zu erkennen, dass Probanden mit einem höheren Einstiegsalter zu Beginn einer kieferorthopädischen Behandlung eher zu CMD neigen, als Probanden mit einem niedrigeren Einstiegsalter.

## 7. Literaturverzeichnis

1. Angle EH. Treatment of malocclusion of the teeth. S. S. White Manufacturing Co. Philadelphia 1907
2. Artun J, Hollander LG, Truelove EL. Relationship between orthodontic treatment, condylar position and internal derangement in the temporomandibular joint. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101:48-53.
3. Behrents RG, White RA. TMJ research: Responsibility and risk. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101:1–3.
4. Berten JL, Bode K, Brachvogel P, Tränkmann J. Temporomandibular Joint Dysfunktion before and after orthodontic surgery. *Eur J Orthod* 2000;22:439 (Abstr. no. 4).
5. Bumann A, Lotzmann U. Funktionsdiagnostik und Therapieprinzipien. Thieme Verlag, Stuttgart, New York 2000
6. Carlson GE, LeResche L. Epidemiology of temporomandibular disorders. In: Sessle BJ, Bryant PS, Dionna RA editors. Temporomandibular disorders and related pain conditions. Seattle: IASP Press; 1995
7. Clark, JR, Evans RD. Functional occlusion in post-orthodontic patients. *Eur J Orthod* 1998;20:616 (Abstr. no. 14).
8. Collett T, Stohler CS. The orthodontic/TMD patient: review of the literature and an introduction to structured clinical decision making. *Aust Orthod J* 1994;13:188–193.
9. Deng Y, Fu M, Hägg U. Prevalence of temporomandibular joint dysfunction (TMJD) in Chinese children and adolescents. A cross-sectional epidemiological study. *Eur J Orthod* 1995 ;17:305–309.
10. Dibbets JMH, van der Weele LT. Orthodontic treatment in relation to symptoms attributed to dysfunction of the temporomandibular joint. A 10-year report of the University of Groningen study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:193–199.
11. Dibbets JMH, van der Weele LT. Extraktion orthodontic treatment, and craniomandibular dysfunction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99: 210–219.
12. Dibbets JMH, van der Weele LT. Long-term effects of orthodontic treatment including extraction, on signs and symptoms attributed to CMD. *Eur J Orthod* 1992 ;14:16–20.

13. Dibbets JMH, van der Weele LT. Zusammenhänge zwischen Kieferorthopädie und Kiefergelenkdysfunktion. Literaturübersicht und longitudinale Untersuchung. Schweiz Mschr Zahnmed 1993;103:162–168.
14. Dibbets JMH, van der Weele LT. Signs and symptoms of TMD and cranio-facial form. Am J Orthod Dentofacial Orthop (in press)
15. Diedrich P. Kieferorthopädie II. 4.Aufl. Urban & Fischer Verlag München, Jena 2000.
16. Duyzings JAC. Kieferorthopädie und Körperhaltung. Dtsch Zahnärztl Z 1955;10:19–21.
17. Egermark-Eriksson I, Carlsson GE, Magnusson T, Thilander B. A longitudinal study on malocclusion in relation to signs and symptoms of cranio-mandibular disorders in children and adolescents. Eur. J. Orthod. 1990;12:399–407.
18. Egermark I, Thilander B. Craniomandibular disorders with special reference to orthodontic treatment: an evaluation from childhood to adulthood. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1992;101:28–34.
19. Freesmeyer, WB. Was man vom Kiefergelenk des Menschen wissen sollte. Man Med 2000;38:316-321.
20. Gale EN, Gross A. An evaluation of temporomandibular joint sounds. J Am dent Ass 1985;111:62-63.
21. Graber TM. Anatomische und physiologische Aspekte bei der Behandlung von Kiefergelenkstörungen. Fortschr Kieferorthop 1991;52:126-132.
22. Greene CS, Mohl ND, McNeill C, Clark GT, Truelove EL. Temporomandibular disorders and science: A response to the critics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999;116:430–431.
23. Hans MG, Liebermann J, Goldberg J, Rozenzweig G, Bellon E. A comparison of clinical examination, history, and magnetic resonance imaging for identifying orthodontic patients with temporomandibular joint disorders. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1992;101:54–59.
24. Helkimo M. Studies of on function and dysfunction of the masticatory system.II. Index for anamnestic and clinical dysfunction and occlusal state. Swed Dent J 1974;67:101–119.
25. Henrikson T, Nilner M. Mandibular dysfunction in relation to occlusion and orthodontic treatment. Eur J Orthod 1998;20:145 (Abstr. no.18).

26. Henrikson T, Nilner M. Temporomandibular disorders and the need for stomatognathic treatment in orthodontically treated and untreated girls. *Eur J Orthod* 2000;22:283–292.
27. Henrikson T, Nilner M, Kurol J. Signs of temporomandibular disorders in girls receiving orthodontic treatment. A prospective and longitudinal comparison with untreated Class II malocclusions and normal occlusion subjects. *Eur J Orthod* 2000;22:271–281.
28. Hensel S. Experimentelle Untersuchungen der Kiefergelenkfunktion bei Dysgnathieträgern. *Fortschr Kieferorthop* 1990;51:266–270.
29. Hertrich K: Zur Behandlung von Myoarthropathien mit funktionskieferorthopädischen Geräten. *J orofac Orthop/Fortschr Kieferorthop* 1987;48:516–526.
30. Hirata R H, Heft MW, Hernandez B, King GJ. Longitudinal study of signs of temporomandibular disorders (TMD) in orthodontically treated and nontreated groups. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101:35–40.
31. Hupfauf L. Funktionsstörungen des Kauorgans. München, Wien, Baltimor : Urban & Schwarzenberg, 1989, S. 53-71 - Der Einfluss von Psyche und Stress bei dysfunktionsbedingten Erkrankungen des stomatognathen Systems, Graber G.
32. Jähnichen, T. Objektivierung von Behandlungsergebnissen bei dysfunktionell bedingten Kiefergelenkerkrankungen durch eine foto / akustische Untersuchungsmethode. *Med. Diss., Greifswald* 1990
33. Janson I, Hasund A. Functional problems in orthodontic patients out of retention. *Eur J Orthod* 1981;3:173–179.
34. Janson I, Hasund A. Cephalometric guidance for the positioning of the lower incisors. *Eur J Orthod* 1981;3:237–240.
35. Katzberg RW, Westesson PL, Tallents RH, Drake CM. Orthodontics and temporomandibular joint internal derangement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996 ;109 :515–520.
36. Keller D. TMJ orthodontics. *Funct Orthodont* 1996;11:4–6, 8–12, 14, 16–17.
37. Keß K, Witt E. Langzeitergebnisse zur Frage des kieferorthopädischen Lückenschlusses in der Front - der funktionelle Status. *Fortschr Kieferorthop* 1991;52:93–97.
38. Kim MR, Graber TM, VianaMA. Orthodontics and temporomandibular disorder: A meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;21:438–446.

39. Kopp S, Sebald WG, Plato G. Erkennen und Bewerten von Dysfunktionen und Schmerzphänomenen im kranio-mandibulären System. *Man Med* 2000;38:329–334.
40. Kopp S, Sebald WG, Plato G. Kranio-mandibuläre Dysfunktion. Eine Standortbestimmung. *Man Med* 2000;38:335–341.
41. Kopp S, Plato G. Kiefergelenk: Dysfunktionen und Schmerzphänomene aus der Sicht interdisziplinärer Diagnostik und Therapie. *DFZ* 2001;2:44–51.
42. Kremenak CR, Kinser DD, Harman H, Menard CC, Jakobsen JR. Orthodontic risk factors for temporomandibular disorders (TMD). I: Premolar extractions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992; 101:13–20.
43. Kremenak CR, Kinser DD, Melcher TJ, Wright GR, Harrison SD, Harman H, Menard CC, Jakobsen JR, et al: Orthodontics as a risk factor for temporomandibular disorders (TMD). *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101:21 – 27.
44. Lehmann KM, Hellwig E. Einführung in die restaurative Zahnheilkunde. München, Wien, Baltimore: Urban & Schwarzenberg, 1993.
45. Lippold C, van den Bos L. Beziehungen zwischen kieferorthopädischen und orthopädischen Befunden. *Man Med* 2000;38:346–350.
46. Marin JM, De Rojas J. The relationship between TMJ problems, occlusion and cephalometric patterns. *Eur J Orthod* 1997;19:585 (Abstr. no.87).
47. Marx G. Über die Zusammenarbeit mit der Kieferorthopädie und Zahnheilkunde in der manuellen Medizin. *Man Med* 2000;38: 342–345.
48. McNamara JA, Seligman DA, Okeson JP. Occlusion, Orthodontic Treatment, and Temporomandibular Disorders: A Review. *J Orofacial Pain* 1995;9:73–90.
49. McNamara JA, Türp JC. Besteht ein Zusammenhang zwischen kieferorthopädischer Behandlung und Myoarthropatien des Kausystems? Teil 1. *Fortschr Kieferorthop* 1997;58:74–89.
50. Mew JRC. The aetiology of temporomandibular disorders: A philosophical overview. *Eur J Orthod* 1997;19:249–258.
51. Minzt SS. Craniomandibuläre dysfunction in children and adolescents: A review. *J Craniomand Pract* 1993;11:224–231.

52. Mohlin B, Pilley JR, Shaw WC. A survey of craniomandibular disorders in 1000 12-years-olds. *Eur J Orthod* 1991;67:111–123.
53. Motegi E, Miyazaki H, Ogura I, Konishi M, Sebata M. An orthodontic study of temporomandibular joint disorders. Part 1: Epidemiological research in Japanese 6-18 years olds. *Angle Orthod* 1992;62:249–256.
54. Nilner M. Epidemiologic studies in TMD. In: McNeil, C. (ed.): *Current controversies in temporomandibular disorders*. Quintessence Chicago 1992.
55. Nydell A, Helkimo M, Koch G. Craniomandibular disorders in children - a critical review of literatur. *Swed Dent J* 1994;18:191–205.
56. O'Geary S. The funktional TMJ. *Dental Practice* 1993;31:1–3.
57. Okum JH. Temporomandibular disorders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;102:475–476.
58. Olsson M, Lindqvist B. Mandibular funktion before and after orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 1995;17:205–214.
59. Owen AH. Unexpected temporomandibular joint findings during fixed appliance therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113:625–631.
60. Paesani D, Westesson PL, Hatala M, Tallentts RH, Kurtita K. Prevalence of temporomandibular joint internal derangement in patients with craniomandibular disorders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101:41- 47.
61. Pahkala RH, Laine-Alava MJ, Qvarnström MJ. Temporomandibular disorders or developmental variation in adolescens *Eur J Orthod* 1996;18:535–536 (Abstr. no. 80).
62. Peters RA, Gross SG. *Clinical Management of Temporomandibular Disorders and Orofacial Pain*. Quintessence Chicago 1995.
63. Petersohn I. Die Anwendung kieferorthopädischer Apparate bei Kiefergelenkbeschwerden. *Zahnärztl Welt/Zahnärztl Rundsch* 1972;81:628–635.
64. Pilley JR, Mohlin B, Shaw WC, Kingdon A. A survey of craniomandibular disorders in 500 19-year-olds. *Eur J Orthod* 1997;19:57–70.
65. Plato G, Kopp S. Kiefergelenk und Schmerzsyndrome. *Man Med* 1999;37:143–151.

66. Rateitschak KH. Farbatlas der Zahnmedizin 8 - Kieferorthopädische Diagnostik. Thieme Verlag Stuttgart, New York 1989.
67. Rendell JK, Norton LA, Gay T. Orthodontic treatment and temporomandibular joint disorders. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1992;101:84–87.
68. Reynders RM. Orthodontics and temporomandibular disorders: A review of the literatur (1966-1988). Am J Orthod Dentofacial Orthop 1992;101:84–87.
69. Ridder PH. Kieferfunktionsstörungen und Zahnfehlstellungen mit ihren Auswirkungen auf die Körperperipherie. Man Med 1998;36:163–168.
70. Rix RE. Deglutition and the teeth. Dental Record 1946;66:103–108.
71. Runge ME, Sadowsky C, Sakols EI, BeGole EA. The relationship between temporomandibular joint sounds and malokklusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1989;96:36–42.
72. Sadowsky C. The risk of orthodontic treatment for producing temporomandibular mandiblar disorders: A literatur overview. Am J Orthod Denteofacial Orthop 1992;101:79–83.
73. Sadowsky C, BeGole EA. Long-term status of temporomandibular joint function and functional occlusion after orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofacial Othop 1980;78:201–212.
74. Schopf P. Curriculum Kieferorthopädie. 3.Aufl. Quintessenz Verlag Berlin 2000.
75. Schupp W, Ehmer U, Wegener H. Vergleich der klinischen und instrumentellen Funktionsbefunde bei Probanden mit einer Angle-Klasse II/2 gegenüber einer Eugnathiegruppe. Fortschr Kieferorthop 1992;53:84–87.
76. Schupp W. Schmerz und Kieferorthopädie. Eine Interdisziplinäre Betrachtung kybernetischer Zusammenhänge. Man Med 2000;38: 322–328.
77. Schwarz, AM: Kopfhaltung und Kiefer. Z Stomatol 1926;5:669–744.
78. Segner D, Hasund A. Individualisierende Kephalmetrie. 3. Aufl. Segner, Hamburg 1998.
79. Smith A, Freer TJ. Post-orthodontic occlusal function. Aust Dent J 1989;34:301–309.

80. Sondhi A. Orthodontics and patients with temporomandibular disorders: from before you perform. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:551–552.
81. Sonnesen L, Bakke M, Solow B. Temporomandibular disorders related to craniofacial dimensions, head posture and force. *Eur J Orthod* 2000;22:459 (Abstr. no. 64).
82. Stube JR, Türp JC, Witkowski S, Hürzeler MB, Kern M. Curriculum Prothetik. Band I, Quintessenz Verlag Berlin 1994.
83. Tanne K, Tanaka E, Sakuda M. Association between malocclusion and temporomandibular disorders in orthodontic patients before treatment. *J Orofac Pain* 1993;7:156–162.
84. Türp JC, Strub JR. Gelenkgeräusche aus Sicht der Orthopädie - eine Fragebogenstudie unter Lehrstuhlinhabern. *Dt. zahnärztl. Z.* 1996;51:345–349.
85. Türp JC, McNamara JA. Besteht ein Zusammenhang zwischen kieferorthopädischer Behandlung und Myopathien des Kauapparates? Teil 2. *Fortschr Kieferorthop* 1997;58:136–143.
86. Wachsmann K. Über den Zusammenhang der Gebissanomalien mit Krümmungen der Wirbelsäule und schlaffer Körperhaltung. *Fortschr Kieferorthop* 1960;21:449–453.
87. Wadhwa L, Utreja A, Tewari A. A study of clinical signs and symptoms of temporomandibular dysfunction in subjects with normal occlusion, untreated, and treated malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103:54–61.
88. Williamson EH. Temporomandibular dysfunction in pretreatment adolescent patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1977;72:429–433.
89. Witt E, Keß K. Funktionelle Parameter kieferorthopädisch behandelter Patienten. *Prakt Kieferorthop* 1990;4:109–114.
90. Zimmer B, Jäger A, Radlanski RJ. Zur Frage der Veränderung des Funktionszustandes des stomatognathen Systems durch die kieferorthopädische Multibandbehandlung beim Erwachsenen. *Fortschr Kieferorthop* 1990;51:29–35.

## 8. Anhang

### 8.1. Probandendaten

Name:

Vorname:

geb.:

Alter zum Beginn bzw. Ende der Behandlung:

#### 8.1.1. Modellanalyse

Pont	Anfangsmodell			Abschlussmodell		
	Ist	Soll	Differenz	Ist	Soll	Differenz
14-24						
14-R						
24-R						
16-26						
16-R						
26-R						
LO						
BSI OK						
44-34						
44-R						
34-R						
46-36						
46-R						
36-R						
LU						
BSI UK						

Ergebnis:

Moyers	Anfangsmodell OK		Abschlussmodell OK	
	2 - 6		2 - 6	
	rechts	links	rechts	links
Ist				
Soll (75%)				
Differenz				

Moyers	Anfangsmodell UK		Abschlussmodell UK	
	2 - 6		2 - 6	
	rechts	links	rechts	links
Ist				
Soll (75%)				
Differenz				

Ergebnis:

Lundström	Anfangsmodell											
	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26
Zahn												
Breite												
Segment	S I		S II		S III		S IV		S V		S VI	
Platzbedarf												
Platzangebot												
Differenz												
<b>Diskrepanz</b>												

Lundström	Anfangsmodell											
	36	35	34	33	32	31	41	42	43	44	45	46
Zahn												
Breite												
Segment	S I		S II		S III		S IV		S V		S VI	
Platzbedarf												
Platzangebot												
Differenz												
<b>Diskrepanz</b>												

Ergebnis:

Lundström	Abschlussmodell											
Zahn	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26
Breite												
Segment	S I		S II		S III		S IV		S V		S VI	
Platzbedarf												
Platzangebot												
Differenz												
Diskrepanz												

Lundström	Abschlussmodell											
Zahn	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36
Breite												
Segment	S I		S II		S III		S IV		S V		S VI	
Platzbedarf												
Platzangebot												
Differenz												
Diskrepanz												

Ergebnis:

### 8.1.2. Okklusionsbefunde

	Anfangsmodell				Abschlussmodell			
Overbite								
Overjet								
Angle-Klasse	rechts		links		rechts		links	
	6er	3er	3er	6er	6er	3er	3er	6er
Mittellinie								

### 8.1.3. Fernröntgenseitenbildanalysen

	Anfang	Zwischen	Schluss
basal sagittal			
basal vertikal			
Wachstumstyp			
Gesichtstyp			

## 8.2. Befundbogen 1

### A) Klinische Funktionsanalyse

#### Lippenfunktion

kompetent  
inkompetent  
Lippenbeißen


Zahnimpressionen  
Mentalisaktivität


#### Zungenfunktion

Zungenlage

beim Schlucken: am Gaumen

interdental

Zungenpressen

ja / nein

Zahnimpressionen

ja / nein

#### Dynamische Okklusion

Laterotrusion nach rechts															
Laterotrusion nach links															
Protrusion															
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
Protrusion															
Laterotrusion nach links															
Laterotrusion nach rechts															

*Protrusionsbewegung* : Vorschub des UK bis in Schneidekantenkontakt, maximal 5mm  
*Lateralbewegung*: reine Seitschubbewegung des UK unter Zahnkontakt um 3mm nach rechts bzw. links

### 8.3. Befundbogen 2

#### Muskelbefund

	R	L		R	L	
M.masseter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	M.sternokleidomastoideus.
M.temporalis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	M.pterygoid.medialis
M.suboccip.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	M.pterygoid lateralis (isometr.Muskelteat )
<i>Kennzeichen mit:</i>	Indolent		= 0			
	Missempfindung		= 1			
	Schmerz		= 2			

#### Druckdolenz im Gelenkbereich

	R	L		R	L	
nach lateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	nach cranial u.dorsal
<i>Kennzeichen mit:</i>	Indolent		= 0			
	Mißeempfindung		= 1			
	Schmerz		= 2			

#### Palpable Bewegungsstörungen des Condylus / Hypermobilität

R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	L	
<i>Kennzeichen mit:</i>	nicht vorhanden		= 0	
	vorhanden		= 1	

#### Gelenkgeräusche

Öffnungsbewegung				Schließbewegung			
R		L		R		L	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
r	k	r	k	r	k	k	r
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
initial intermed. terminal				terminal Intermed. terminal			
r = reiben , k = knacken							

#### Mobilität des Unterkiefers

	in mm	Schmerz	in mm	
Max. SKD passiv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LR (lateral rechts)
Max. SKD aktiv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL (lateral links)
<i>Kennzeichen mit:</i>	unbehindert	(> 5 mm)	= 0	
	behindert	(< 5 mm)	= 1	

#### Ablauf der Öffnungsbewegung

gradlinig	<input type="checkbox"/>	Deflektion	nach rechts	<input type="checkbox"/>	nach links	<input type="checkbox"/>
Deviation	<input type="checkbox"/>	term. Deflektion	nach rechts	<input type="checkbox"/>	nach links	<input type="checkbox"/>

## 9. Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Die Dissertation ist bisher keiner anderen Fakultät vorgelegt worden.

Ich erkläre, dass ich bisher kein Promotionsverfahren erfolglos beendet habe und dass eine Aberkennung eines bereits erworbenen Doktorgrades nicht vorliegt.

Greifswald, 28. Juni 2003

Datum

Unterschrift

## 10. Lebenslauf

**Name:** Röder, Carolin

**Persönliche Daten:** geb. 21.04.1972 in Nordhausen

Hauptwohnsitz: Göttinger Str. 2a , 37124 Rosdorf

Nebenwohnung: Robert- Blum- Str. 9, 17489 Greifswald

**Familienstand:** ledig

### Schul- und Ausbildung:

1978-1988	Polytechnische Oberschule „Dr. Theodor Neubauer“ Nordhausen
1988-1989	Lehre als Finanzkaufmann Kreissparkasse Nordhausen Auszeichnung als bester Lehrling im 1. Lehrjahr
1989-1990	Institut für Lehrerbildung Studentin Grundschullehrer Fächer Mathematik, Deutsch, Sport
1990-1992	Gymnasium „Wilhelm von Humboldt “ Nordhausen Abschluss Abitur
1992-1998	Studium der Zahnmedizin „Ernst-Moritz-Arndt“ Universität Greifswald Abschluss Staatsexamen
1999-2000	Assistenz Zahnärztin Zahnarztpraxis Höfermann, Kurth und Jähn, Göttingen
1.3.-30.9.2000	Assistenz Zahnärztin Kieferorthopädische Praxis Dr. Röder, Nordhausen
01.10.2000- 31.03.2002	Weiterbildungsassistentin Kieferorthopädischen Praxis Dr. Gormsen, Warburg
seit 01.04.2002	Weiterbildungsassistentin für Kieferorthopädie „Ernst-Moritz-Arndt“ Universität Greifswald

Greifswald, 28. Juni 2003

Datum

Unterschrift

## 11. Danksagung

Hiermit möchte ich meinen besonderen Dank Herrn Prof. Dr. S. Hensel aussprechen, der mir das Thema überließ und mich jederzeit freundlich bei der Anfertigung der Arbeit betreute und hilfreich unterstützte.

Des weiteren möchte ich meinem Vater, Dr. Karl-Heinz Röder, und seinen Mitarbeitern für die Ermöglichung der Untersuchung der einhundert Probanden im laufenden Praxisbetrieb danken.

Mein weiterer Dank gilt den Mitarbeitern/ innen des Institutes für Medizinische Statistik der Georg-August-Universität Göttingen, die mich bei der statistischen Berechnung unterstützten.